

1. Ficha de la enfermedad

Nombre de la enfermedad:

Parálisis Cerebral (PC).

Sistema afectado:

La PC afecta principalmente al sistema nervioso central, con repercusiones evidentes en el sistema musculoesquelético y en el sistema de comunicación. Esto ocurre porque la lesión inicial compromete los circuitos cerebrales encargados de planificar y ejecutar el movimiento voluntario, y de coordinar funciones asociadas al control motor fino y grueso.

Descripción anatómica y fisiológica:

La parálisis cerebral se define como un grupo de trastornos permanentes del movimiento y la postura, producidos por una lesión o alteración no progresiva del cerebro inmaduro en desarrollo [1], [2]. Los mecanismos fisiopatológicos más comunes incluyen la isquemia cerebral perinatal, la hemorragia intraventricular, la leucomalacia periventricular y las infecciones intrauterinas. Estas lesiones afectan estructuras como la corteza motora primaria, los ganglios basales, el tálamo y el cerebelo, responsables de la contracción muscular voluntaria, el tono postural y la coordinación motora [3], [4].

Aunque la lesión cerebral es estática, es decir, no progresa con el tiempo, las manifestaciones clínicas varían conforme la persona crece. Esto ocurre porque el desarrollo musculoesquelético secundario (contracturas, deformidades óseas y problemas ortopédicos) se ve afectado por la falta de control motor. Así, un niño con PC puede ver empeorar su movilidad a lo largo de los años debido a complicaciones secundarias, aunque la lesión cerebral original permanezca inalterada [5].

En conclusión, desde un punto de vista anatómico y fisiológico, la PC refleja la incapacidad del sistema nervioso inmaduro de organizar patrones de movimiento normales tras una agresión temprana. Esta condición repercute de forma integral en la función motora, la postura, la coordinación, la comunicación y, en muchos casos, en el desarrollo cognitivo.

2. Factores y análisis de la enfermedad

Factores de riesgo principales:

Los factores de riesgo de la parálisis cerebral abarcan las etapas prenatal, perinatal y postnatal. En la etapa prenatal, la prematuridad y el bajo peso al nacer son los más determinantes. Por ejemplo, los neonatos con peso menor a 1500 g o nacidos antes de las 28 semanas tienen riesgo significativamente mayor de desarrollar PC [1]. Además, condiciones como la preeclampsia materna, las infecciones intrauterinas y la restricción del crecimiento intrauterino también han sido identificadas como factores relevantes [3], [4].

Durante la etapa perinatal, los principales factores son la asfixia perinatal, la hemorragia intracraneal y las complicaciones del parto como el uso de fórceps o cesárea de emergencia. Un estudio en India reportó como factores de riesgo significativos la asfixia

perinatal, convulsiones neonatales, ictericia severa e infecciones neonatales [2]. En países de ingresos bajos y medios, estos factores siguen siendo las causas más frecuentes de PC.

Finalmente, en la etapa postnatal, los riesgos incluyen meningitis, encefalitis, traumatismos craneoencefálicos y accidentes vasculares en la infancia temprana [7]. Estos pueden dejar lesiones en el cerebro en desarrollo que desencadenan el cuadro clínico de parálisis cerebral.

Manifestaciones clínicas más relevantes:

La PC presenta una gran variabilidad clínica. Los tipos principales incluyen:

- **Espástica:** con hipertonía y reflejos aumentados.
- **Discinética (atetósica/distrónica):** con movimientos involuntarios.
- **Atáxica:** con problemas de equilibrio y coordinación.
- **Mixta:** combinación de los anteriores.

A esto se suman complicaciones secundarias como contracturas musculares, deformidades óseas, escoliosis y luxación de cadera [5]. Además, hasta un 28 % de los pacientes presentan epilepsia, y una proporción importante tiene alteraciones en la visión, audición y comunicación [6], [7].

Impacto funcional en la vida diaria:

El impacto de la PC en la vida diaria depende del nivel de severidad. Algunos niños pueden caminar de manera independiente, mientras que otros requieren dispositivos de asistencia o son totalmente dependientes. Las limitaciones abarcan la movilidad, la autonomía en la alimentación y el autocuidado, y la capacidad para comunicarse eficazmente [6]. Esto afecta no solo la calidad de vida del paciente, sino también la dinámica familiar, escolar y social.

3. Prevención, diagnóstico, tratamiento y monitoreo

Prevención:

La prevención primaria de la PC está vinculada a la atención prenatal y perinatal de calidad. El control de enfermedades maternas, la vacunación contra rubéola, la detección temprana de infecciones, el control de preeclampsia, así como la adecuada atención del parto, disminuyen la incidencia de esta enfermedad [2], [5]. En neonatos, la prevención de meningitis y la vigilancia de ictericia severa son cruciales.

Diagnóstico:

El diagnóstico es fundamentalmente clínico, basado en la historia perinatal y en la identificación de retrasos en el desarrollo motor, hipertonía persistente o reflejos primitivos anormales. Las imágenes por resonancia magnética cerebral permiten identificar lesiones

estructurales en un alto porcentaje de casos [7]. Además, se utilizan escalas funcionales como el GMFCS (Gross Motor Function Classification System) para clasificar la severidad motora.

Tratamiento:

Aunque no existe cura, se trabaja con un enfoque integral:

- **Medicamentos:** relajantes musculares como baclofeno, diazepam, toxina botulínica para reducir espasticidad, y anticonvulsivantes en pacientes con epilepsia [7].
- **Cirugía:** procedimientos ortopédicos para corregir contracturas o la rizotomía dorsal selectiva en espasticidad severa [5].
- **Rehabilitación:** fisioterapia, terapia ocupacional, logopedia e incluso hidroterapia. Se ha visto que las terapias centradas en mejorar la participación social y funcional tienen un mayor impacto positivo que las que solo buscan reducir la espasticidad [6].

Monitoreo:

Los niños con PC requieren seguimiento constante por un equipo multidisciplinario. Se hacen controles médicos y ortopédicos (con radiografías de cadera o columna), valoraciones funcionales con escalas estandarizadas y ajustes en el tratamiento. También es clave el apoyo psicosocial y escolar [6], [7].

4. Reflexión ingenieril

En la parálisis cerebral hay dos grandes retos: la movilidad y la comunicación. Muchos pacientes, sobre todo en los casos más severos, no pueden expresarse con palabras ni moverse de forma independiente. Aquí es donde la ingeniería biomédica puede aportar soluciones muy valiosas.

Por ejemplo, existen tecnologías de comunicación aumentativa que permiten expresarse a través de seguimiento ocular o interfaces que captan señales musculares. En movilidad, el desarrollo de sillas de ruedas inteligentes o exoesqueletos pediátricos es una necesidad clara. También sería útil contar con sistemas que midan la espasticidad y la postura en tiempo real para personalizar las terapias [6], [7].

Más que una solución única, la parálisis cerebral muestra la necesidad de tecnologías accesibles, adaptables y personalizadas que apoyen la vida diaria de estos pacientes y favorezcan su inclusión social.

Referencias:

[1] L. A. Fetters, "Predictors of Risk for Cerebral Palsy: A Review," *Pediatr. Phys. Ther.*, vol. 35, no. 3, p. 358, Jul. 2023. [Online]. Available: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37126801>

[2] S. Singhi, M. Saini, and M. Malhi, "Risk factors for cerebral palsy," *Indian J. Pediatr.*, vol. 67, no. 11, pp. 805–811, Nov. 2000. [Online]. Available: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10771902>

[3] Y. Wu, Y. Weng, Y. Li, and J. Xu, "Onset factors in cerebral palsy: A systematic review," *Transl. Pediatr.*, vol. 5, no. 4, pp. 233–239, 2016. [Online]. Available: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27045882>

[4] K. Takezawa, T. Nishiyama, and K. Haginoya, "Cerebral palsy as a childhood-onset neurological disorder caused by both genetic and environmental factors," *Brain Dev.*, vol. 46, no. 5, pp. 331–339, May 2024. [Online]. Available: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/39523172>

[5] S. A. Abdelgadir, "Determinants of cerebral palsy in children: systematic review," *Sudan J. Paediatr.*, vol. 24, no. 1, pp. 70–84, 2024. [Online]. Available: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38380410>

[6] L. L. Østensjø, G. Jahnsen, and R. Øien, "Effectiveness of therapeutic interventions on participation in children with cerebral palsy: A systematic review and meta-analysis," *Child Care Health Dev.*, vol. 50, no. 3, pp. 373–386, May 2024. [Online]. Available: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38958263>

[7] J. Zhou, Y. Xiong, and H. Chen, "Cerebral palsy in children: A clinical practice review," *Front. Pediatr.*, vol. 12, p. 1389285, 2025. [Online]. Available: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/39168782>