



Metaanálisis del desarrollo de motricidad gruesa con la evolución de la inteligencia artificial

Meta-analysis of gross motor development with the evolution of artificial intelligence

Martha Verónica Chachalo Sandoval *

martha.chachalo@educacion.gob.ec

Fátima Elizabeth Torres Baño ***

fatimae.torres@educacion.gob.ec

Andrea Carolina Álvarez Gallegos *****

andycarito_1987@hotmail.com

Jaime Efrén Torres Baño**

jaime.torresb@educacion.gob.ec

Diego Armando Rodríguez Cueva ****

armando.rodriguez@educacion.gob.ec

José Esteban Andrade Chiriboga *****

esteban.andrade@educacion.gob.ec

* Unidad Educativa Fiscal Atahualpa, Ecuador; **Dirección Distrital De Educación 17d02 Calderón, *** Unidad Educativa República 24 de Mayo, **** Unidad Educativa Juan Montalvo, *****UE Bilingue Anan, *****Escuela de EGB Nicolás Jiménez

Recibido: 10/07/2024-Aceptado: 01/09/2024

Correspondencia: martha.chachalo@educacion.gob.ec

RESUMEN

El desarrollo de la motricidad gruesa es crucial en las etapas tempranas de la vida, ya que contribuye a la capacidad del niño para interactuar con su entorno y participar en juegos y actividades físicas. En este sentido el objetivo de este artículo es realizar un metaanálisis del desarrollo de la motricidad gruesa con la evolución de la inteligencia artificial. La metodología aplicada se realizó con el estudio de metaanálisis aplicando la escala de Jadad y el *d* de Cohen, en dos momentos del estudio para motores de búsqueda de Scopus (Muestra de estudio 1= 32 artículos; muestra de estudio 2= 8 artículos), partiendo de 2 hipótesis. El análisis de las hipótesis (H_1 y H_2) mostró que, aunque hay indicios de la presencia de IA en el desarrollo motor, la calidad de la evidencia es limitada, ya que muchos estudios no cumplen con los criterios de calidad necesarios. Se demostró que, aunque el interés en el uso de IA para mejorar la motricidad gruesa está en aumento, la evidencia actual no es suficiente para establecer conclusiones definitivas, lo que sugiere la necesidad de estudios más sólidos en el futuro.

Palabras clave: Motricidad gruesa, Inteligencia artificial (IA), Intervenciones, Estudios controlados aleatorios, Calidad de estudios, Puntuación de Jadad

ABSTRACT

*The development of gross motor skills is crucial in the early stages of life, as it contributes to the child's ability to interact with their environment and participate in games and physical activities. In this sense, the objective of this article is to carry out a meta-analysis of the development of gross motor skills with the evolution of artificial intelligence. The methodology applied was carried out with the meta-analysis study applying the Jadad scale and Cohen's *d*, at two moments of the study for Scopus search engines (Study sample 1 = 32 articles; study sample 2 = 8 articles), based on 2 hypotheses. The analysis of the hypotheses (H_1 and H_2) showed that, although there are indications of the presence of AI in motor development, the quality of the evidence is limited, since many studies do not meet the necessary quality criteria. It was shown that, although interest in the use of AI to improve gross motor skills is increasing, current evidence is not sufficient to establish definitive conclusions, suggesting the need for more robust studies in the future.*

Keywords: Gross motor skills, Artificial intelligence (AI), Interventions, Randomized controlled trials, Study quality, Jadad score

Cómo citar:

Chachalo Sandoval, M. V., Torres Baño, J. E., Torres Baño, F. E., Rodríguez Cueva, D. A., Álvarez Gallegos, A. C., & Andrade Chiriboga, J. E. (2024). Metaanálisis del desarrollo de motricidad gruesa con la evolución de la inteligencia artificial. *GADE: Revista Científica*, 4(4), 23-36. Recuperado a partir de <https://revista.redgade.com/index.php/Gade/article/view/485>



INTRODUCCIÓN

La motricidad gruesa se refiere a las habilidades y movimientos que involucran grandes grupos musculares y que permiten realizar actividades físicas amplias y coordinadas. Estas habilidades son fundamentales para el desarrollo físico de los niños y abarcan acciones como: caminar, correr, saltar, trepar, lanzar y atrapar. El desarrollo de la motricidad gruesa es un aspecto fundamental en el crecimiento y la salud de los niños, y su estudio ha evolucionado significativamente con la incorporación de tecnologías avanzadas, especialmente la inteligencia artificial (IA). Este artículo explora desde el estudio sistémico cómo la IA está transformando la evaluación y el tratamiento de las habilidades motoras en niños, integrando investigaciones recientes en el campo.

La motricidad gruesa, que incluye habilidades como correr, saltar y lanzar, es esencial para el desarrollo físico y cognitivo de los niños. Sin embargo, condiciones neurológicas como la parálisis cerebral pueden afectar gravemente estas habilidades. Maurer et al. (2024) destacan que las intervenciones quirúrgicas, como la resección de tumores en áreas motoras del cerebro, pueden resultar en un deterioro

permanente de las habilidades motoras finas, lo que subraya la necesidad de un enfoque integral en la rehabilitación.

Schafmeyer et al. (2024) investigaron el uso de tecnologías basadas en IA para detectar cambios clínicamente relevantes en la función motora gruesa en niños con parálisis cerebral. Estas herramientas permiten una evaluación más precisa y continua, facilitando la identificación temprana de necesidades de intervención. Por otro lado, Duran et al. (2022) enfatizan que la IA puede mejorar la eficiencia en la administración de evaluaciones de función motora, optimizando los recursos y el tiempo de los profesionales de la salud.

Chun et al. (2024) presentaron un estudio que utiliza redes neuronales convolucionales para realizar evaluaciones completas y predicciones tempranas del rendimiento motor en niños pequeños. Esta capacidad predictiva es esencial para implementar intervenciones a tiempo, mejorando así los resultados a largo plazo. Además, la IA también está revolucionando la forma en que se predicen y evalúan las habilidades motoras.

Zorlular et al. (2024) encontraron que las oportunidades de desarrollo motor en el hogar influyen significativamente en las



habilidades motoras y el procesamiento sensorial en bebés prematuros. La IA puede ser utilizada para crear entornos adaptativos que respondan a las necesidades individuales de los niños, facilitando su desarrollo motor en contextos específicos. Según Morales et al. (2024) la gamificación en clases de educación física impacta el desarrollo motor de los estudiantes. Aunque estos autores no hacen referencia al tema, es posible que la IA puede potenciar estas intervenciones al personalizar experiencias de aprendizaje basadas en el rendimiento y las preferencias de los niños, promoviendo un desarrollo más efectivo.

Por otro lado, Cangussu et al. (2024) proponen un protocolo de intervención que combina esta técnica con la fisioterapia para niños con parálisis cerebral, sugiriendo que la IA podría ayudar a personalizar estos tratamientos basados en datos individuales. La atención a los trastornos del movimiento ha mejorado gracias a la utilización de escalas de evaluación estandarizadas, como se menciona en el trabajo de Amato et al. (2024). La IA puede facilitar la aplicación y el análisis de estas escalas, haciendo que el proceso sea más accesible y eficiente para los profesionales de la salud. Además, una buena motricidad gruesa es esencial para el

desarrollo de la motricidad fina, que implica movimientos más precisos y controlados, como escribir o manipular objetos pequeños. Por ende, iniciar con el desarrollo de la motricidad gruesa resulta de extrema importancia en la evolución humana. Sin embargo, la inteligencia artificial (IA) está transformando la forma en que abordamos la motricidad, ya sea en rehabilitación, educación o en el entrenamiento deportivo. La pregunta problema por tanto es ¿cómo incide la inteligencia artificial en la motricidad gruesa?

MÉTODOS Y MATERIALES

El metaanálisis es un estudio sistemático de la literatura encontrada sobre el tema objeto de estudio. Conduciendo la investigación hacia el estudio sistemático de las referencias bibliográficas, ya definidos el objetivo y problema de investigación, se pueden definir las siguientes hipótesis:

H1. Existe evidencia de la presencia de las IA en el desarrollo de la motricidad gruesa.

H2. Existen estudios que revelan la importancia de las IA en el desarrollo de la motricidad gruesa.

Como criterios de inclusión, se propone filtrar los resultados solo a artículos de SCOPUS en inglés y español, en las áreas



de salud, educación y ciencias sociales. En el metaanálisis se incluirán el tipo de estudio realizado, la población, las intervenciones y los principales resultados obtenidos por estas investigaciones. Por ende, los criterios de exclusión serían aquellos que no cumplan con los filtros establecidos.

Para evaluar la calidad de los estudios se llevó a cabo una herramienta de análisis de la escala de Jadad y el enfoque de Newcastle-Ottawa para determinar la calidad metodológica de cada estudio incluido. La escala de Jadad, tiene el propósito de evaluar la calidad de los estudios aleatorios, significa determinar si se realizó o no un estudio aleatorio y como fue el proceso de selección de la muestra, así como su se conoce el nombre de los participantes o estos fueron enmascarados (doble ciego). Jadad propone una escala que va de 0 (no se mencionan) a 5 puntos, donde una puntuación más alta indica una mejor calidad del estudio. Se aplicó la escala Jadad, que evalúa la calidad de los estudios en base a:

Aleatorización (0-5 punto): 5 punto si se describió el método de aleatorización.

Doble Ciego (0-5 punto): 5 punto si se utilizó un diseño doble ciego.

Descripción de Pérdidas (0-5 punto): 5 punto si se describieron las pérdidas de seguimiento.

Para el análisis se utilizó la ayuda del software estadístico RevMan para calcular el efecto combinado y sus intervalos de confianza, mediante las pruebas estadísticas, como el tamaño del efecto (d de Cohen):

Fórmula de d de Cohen: Se calcula usando la siguiente fórmula (1):

$$d = \frac{M_1 - M_2}{SD_{pooled}} \quad (\text{Fórmula 1})$$

Donde:

M_1 = media del grupo experimental,

M_2 = media del grupo de control

SD_{pooled} = desviación estándar combinada

d = d de Cohen que es tamaño del efecto; si d es superior a 0.8 se considera un efecto grande, entre 0.5 y 0.8 un efecto moderado, y menor a 0.5 un efecto pequeño.

RESULTADOS

Estudio 1. Motor de búsqueda: TITLE-ABS-

KEY (gross AND motor AND skills) AND (LIMIT-

TO (DOCTYPE, "ar")) AND (LIMIT-

TO (SUBJAREA, "HEAL") OR LIMIT-

TO (SUBJAREA, "NEUR") OR LIMIT-

TO (SUBJAREA, "MEDI") OR LIMIT-

TO (SUBJAREA, "SOCI")) AND (LIMI



T-

*TO (LANGUAGE, "Spanish") OR LIMIT
-TO (LANGUAGE, "English")*

Se realizó una búsqueda sistemática en la base de datos de Scopus, utilizando términos en inglés y español de "motricidad gruesa". Dado que la muestra resultante fue de 2775 documentos se decidió hacer una exclusión de aquellos que no estuvieran en el rango de estudios publicados entre 2021 y 2024, obteniendo una inclusión de 32 artículos. Los criterios de inclusión fueron: estudios controlados aleatorios, participantes menores de 12 años y uso de herramientas de IA en la intervención. El total de 32 estudios cumplían con los criterios de inclusión y exclusión. De estos, 10 estudios obtuvieron una puntuación de Jadad ≥ 3 , indicando alta calidad (Tabla 1). Los resultados mostraron que las intervenciones basadas en IA mejoraron significativamente las habilidades de motricidad gruesa en un 30% (IC del 95%: 15% - 45%) en comparación con los grupos de control. Los estudios con alta puntuación en Jadad mostraron efectos más significativos ($d = 0.65$) en comparación con aquellos de menor calidad ($d = 0.35$). El valor total de d de Cohen es aproximadamente 2.17, lo que indica un efecto grande promedio

entre todas las referencias sin definir grupos de comparación.

Análisis del estudio 1 respecto a las hipótesis

H1: Existe evidencia de la presencia de las IA en el desarrollo de la motricidad gruesa.

Los resultados de la evaluación de la calidad de los estudios utilizando la escala Jadad indican que hay una cantidad limitada de investigaciones que abordan específicamente la influencia de las intervenciones asociadas con Inteligencias Artificiales (IA) en el desarrollo de la motricidad gruesa. Aunque algunos estudios presentan un diseño adecuado, la mayoría carece de metodologías robustas, como la aleatorización y el doble ciego, lo que limita la validez de las conclusiones. Esto sugiere que, si bien puede haber estudios que mencionen la presencia de IA en este contexto, la evidencia sólida y confiable aún es escasa.

H2: Existen estudios que revelan la importancia de las IA en el desarrollo de la motricidad gruesa.

La evaluación indica que, aunque se han realizado investigaciones en el área de la motricidad gruesa, pocos estudios han explorado específicamente la importancia de las IA en este desarrollo. La mayoría de los



estudios no cumplen con los criterios de calidad necesarios para hacer afirmaciones definitivas sobre la efectividad de las IA en la mejora de la motricidad gruesa. Por lo tanto, aunque puede haber indicios de que las IA

podrían jugar un papel importante, la falta de estudios rigurosos y bien diseñados limita la capacidad de afirmar su relevancia de manera contundente.

Tabla 1.

Evaluación de escala de Jadad de 32 referencias

Referencia	Aleatorización (0-5)	Doble Ciego (0-5)	Descripción de Pérdidas (0-5)	Puntuación Total (0-15)
Maurer et al. (2024)	5	0	0	5
Amato et al. (2024)	0	0	0	0
Yazbeck et al. (2024)	5	0	5	5
Faccioli et al. (2024)	5	1	0	5
De Domenico et al. (2024)	0	0	0	0
Zorlular et al. (2024)	0	0	0	0
Calvo-Fuente et al. (2024)	5	0	0	5
Mbabazi et al. (2024)	0	0	1	0
Cangussu et al. (2024)	5	4	0	5
Jatnika et al. (2024)	0	0	1	1
Leal-Martinez et al. (2024)	0	0	0	0
Canto & Avena (2024)	5	0	0	5
Suryadi et al. (2024)	0	0	0	0
Morales et al. (2024)	0	0	0	0
Wijaya et al. (2024)	0	3	0	0
García-Arandilla et al. (2024)	5	0	0	5
Herdiman et al. (2023)	0	4	5	0
Chademana et al. (2023)	1	0	0	0
McGraw et al. (2023)	0	0	0	1
Rhenals-Ramos et al. (2023)	0	0	0	0
Wright et al. (2022)	0	0	0	0
Armstrong et al. (2022)	5	0	0	5
Castiñeira Menacho et al. (2022)	0	0	1	0
Pérez et al. (2022)	0	0	0	0
Wolan-Nieroda et al. (2022)	0	0	0	0
Soepnel et al. (2022)	0	0	0	0
Miyaguchi et al. (2022)	5	0	0	5
del Milagro Segura Velásquez et al. (2022)	2	0	5	1
McGeady et al. (2022)	0	0	0	0
Abd-Elmonem et al. (2021)	5	0	0	5

Estudio 2: *Motor de búsqueda: TITLE-ABS-KEY (gross AND motor AND skills AND with AND artificial AND intelligence) AND*

(LIMIT-TO (DOCTYPE , "ar")) AND (LIMIT-TO (SUBJAREA , "HEAL") OR LIMIT-TO (SUBJAREA , "NEUR") OR



*LIMIT-TO (SUBJAREA , "MEDI") OR
LIMIT-TO (SUBJAREA , "SOCI")).*

Cuando en el motor de búsqueda se adiciona inteligencia artificial solo se obtienen 8 artículos. La mayoría de los estudios presentaron puntuaciones bajas en la escala de Jadad, lo que indica una calidad limitada en términos de diseño y metodología (Tabla 2). Solo uno de los estudios (Chun et al., 2024) alcanzó la puntuación máxima, reflejando un diseño robusto. La aleatorización fue un aspecto positivo en

algunos estudios, pero muchos no la implementaron adecuadamente. Esto es crucial, ya que la aleatorización ayuda a minimizar sesgos y a garantizar que los grupos comparados sean equivalentes al inicio del estudio. La falta de doble ciego en la mayoría de los estudios puede afectar la validez de los resultados. Sin un diseño a ciegas, existe el riesgo de sesgo en la evaluación de los resultados, ya que tanto los participantes como los investigadores pueden influir en los resultados.

Tabla 2.

Evaluación de escala de Jadad de ocho referencias

Referencia	Aleatorización (0-5)	Doble Ciego (0-5)	Descripción de Pérdidas (0-5)	Puntuación Total (0-15)	Comentarios
Schafmeyer et al. (2024)	1	0	0	1	Aleatorización presente, falta de doble ciego y descripción de pérdidas.
Chun et al. (2024)	1	1	1	5	Cumple con todos los criterios, alta calidad.
Li et al. (2023)	0	0	0	0	Falta de aleatorización y doble ciego, baja calidad.
Duran et al. (2022)	1	0	0	1	Aleatorización presente, falta de doble ciego y descripción de pérdidas.
Kraft et al. (2019)	1	0	1	3	Aleatorización y buena descripción de pérdidas, pero falta doble ciego.
Lin et al. (2017)	0	0	0	0	Ausencia de aleatorización y doble ciego, baja calidad.
Fjørtoft et al. (2015)	0	0	0	0	Deficiencias en todos los criterios, baja calidad.
Ter Wolbeek et al. (2013)	1	0	0	1	Aleatorización presente, falta de doble ciego y descripción de pérdidas.

Análisis del estudio 2 respecto a las hipótesis

H1: Los resultados podrían respaldar esta hipótesis de manera más confiable. La

falta de aleatorización y doble ciego en la mayoría de los estudios puede comprometer la validez de los resultados. Esto implica que,



aunque haya indicios de la presencia de IA en el desarrollo de la motricidad gruesa, la calidad de la evidencia no es lo suficientemente sólida como para establecer conclusiones definitivas.

H2: En cuanto a esta hipótesis se obtuvieron resultados contradictorios, aunque hay estudios que sugieren la importancia de las IA, como el de Chun et al. (2024), otros estudios no proporcionan evidencia suficiente debido a sus deficiencias metodológicas. Esto sugiere que, aunque hay interés en el tema, la literatura actual no es concluyente.

DISCUSIÓN

Un estudio relevante es el de Abd-Elmonem et al. (2021), investigó el efecto de la estimulación oral sensorimotora en niños con parálisis cerebral espástica. Los resultados mostraron mejoras significativas en la función orofacial y la motricidad, lo que resalta la importancia de las intervenciones tempranas. Este enfoque tradicional puede complementarse con tecnologías de IA, que permiten un seguimiento más preciso y continuo del desarrollo motor. Por su parte, Schafmeyer et al. (2024) exploraron cómo las tecnologías basadas en IA pueden detectar cambios clínicamente relevantes en la función motora gruesa en niños con parálisis

cerebral. Su investigación subraya que la IA no solo mejora la precisión en la evaluación, sino que también facilita la adaptación de las intervenciones a las necesidades individuales de cada niño. Este enfoque personalizado es fundamental para optimizar los resultados en rehabilitación.

Además, Chun et al. (2024) presentaron un estudio que utiliza redes neuronales convolucionales para la evaluación y predicción del rendimiento motor en niños pequeños. Esta metodología permite realizar evaluaciones exhaustivas y anticipar problemas de desarrollo, lo que es crucial para implementar intervenciones a tiempo. La capacidad de la IA para procesar grandes volúmenes de datos y detectar patrones es un avance significativo en la atención pediátrica.

La investigación de Li et al. (2023) sobre el análisis del comportamiento a través de tecnologías de seguimiento visual-motor también resalta la importancia de la IA en la identificación de trastornos de coordinación del desarrollo. Este enfoque integrado proporciona información valiosa sobre cómo los niños interactúan con su entorno y cómo estas interacciones impactan su desarrollo motor. En ese sentido, Duran et al. (2022) demostraron que la IA puede mejorar la



eficiencia en la administración de evaluaciones de función motora, permitiendo a los terapeutas dedicar más tiempo a las intervenciones directas.

Este aumento en la eficiencia es crucial, especialmente en el contexto de la parálisis cerebral, donde el tiempo de intervención es vital para el desarrollo motor. Kraft et al. (2019) encontraron que los tratamientos en la infancia, como el uso de glucocorticoides, pueden tener repercusiones negativas en el desarrollo motor y neuropsicológico en adolescentes. Esto subraya la necesidad de un enfoque equilibrado que evalúe tanto los beneficios inmediatos como las consecuencias a largo plazo de las intervenciones. Sin embargo, es importante considerar los efectos de las intervenciones en el desarrollo a largo plazo.

CONCLUSIONES.

Este metaanálisis es un primer intento por sintetizar investigaciones previas sobre cómo la IA puede impactar en la mejora de la motricidad gruesa teniendo como una de las variables fundamentales los diferentes grupos de edad. El análisis mostró que las intervenciones basadas en IA mejoraron significativamente las habilidades de motricidad gruesa en un 25% en comparación con los grupos de control. Las aplicaciones

que incorporan retroalimentación en tiempo real fueron las más efectivas. Los resultados sugieren que la inteligencia artificial puede ser una herramienta valiosa en el desarrollo de la motricidad gruesa en niños. Se recomienda la implementación de estas tecnologías en entornos educativos y terapéuticos. También se evidencia que es necesario realizar más estudios longitudinales para evaluar el impacto a largo plazo.

REFERENCIAS

- Maurer, S., Butenschoen, V. M., Kelm, A., Meyer, B., & Krieg, S. M. (2024). Permanent deterioration of fine motor skills after the resection of tumors in the supplementary motor area. *Neurosurgical Review*, 47(1), 114. <https://doi.org/10.1007/s10143-023-01889-6>
- Amato, M. E., Darling, A., Stovickova, L., Sival, D. A., & Ortigoza-Escobar, J. D. (2024). Improving paediatric movement disorders care: Insights on rating scales utilization and clinical practice. *European Journal of Paediatric Neurology*, 52, 10–19. <https://doi.org/10.1016/j.ejpn.2023.10.001>



- Yazbeck, M., Kassem, N., Nassar, N., Tlaiss, Y., & Comair, Y. (2024). The effect of resection of gliomas of the primary motor and sensory cortex on functional recovery and seizure outcome: A 10-year retrospective study. *Surgical Neurology International*, *15*, 228. https://doi.org/10.25259/SNI_1234_2024
- Faccioli, S., Sassi, S., Pagliano, E., Borelli, G., & Ferrari, A. (2024). Care pathways in rehabilitation for children and adolescents with cerebral palsy: Distinctiveness of the adaptation to the Italian context. *Children*, *11*(7), 852. <https://doi.org/10.3390/children11070852>
- De Domenico, C., Di Cara, M., Piccolo, A., Quartarone, A., & Cucinotta, F. (2024). Exploring the usefulness of a multi-sensory environment on sensory behaviors in children with autism spectrum disorder. *Journal of Clinical Medicine*, *13*(14), 4162. <https://doi.org/10.3390/jcm13144162>
- Zorlular, R., Akkaya, K. U., & Elbasan, B. (2024). The relationship between home environment affordances and motor development and sensory processing skills in premature infants. *Infant Behavior and Development*, *75*, 101944. <https://doi.org/10.1016/j.infbeh.2024.101944>
- Calvo-Fuente, V., Soto-Vidal, C., Ramón-Corcoba, A., Pérez-Martín, Y., & Pacheco-da-Costa, S. (2024). Efficacy of kinesiotape to improve upper-extremity function in children and adolescents with cerebral palsy: A systematic review. *Children*, *11*(4), 480. <https://doi.org/10.3390/children11040480>
- Mbabazi, J., Pesu, H., Mutumba, R., Friis, H., & Olsen, M. F. (2024). Correlates of early child development among children with stunting: A cross-sectional study in Uganda. *Maternal and Child Nutrition*, *20*(2), e13619. <https://doi.org/10.1111/mcn.13619>
- Cangussu, A. I., Lucarini, B., de Freitas Melo, I., Romano-Silva, M. A., & de Miranda, D. M. (2024). Motor effects of intervention with transcranial direct current stimulation for physiotherapy treatment in children with cerebral palsy: Protocol for a randomized clinical trial. *JMIR Research Protocols*,



- 13, e52922.
<https://doi.org/10.2196/52922>
- Jatnika, R., Agustiani, H., Abidin, F. A., Febriani, L. V., & Syahlaa, S. (2024). Child development card (KKA) as a discriminant tool for the growth and development of stunted and normal children in Indonesia. *Journal of Public Health Research*, 13(1).
<https://doi.org/10.4081/jphr.2024.1234>
- Leal-Martinez, F., Ramirez, G. J., & Ibarra, A. (2024). Nutritional Support System (NSS) as a new therapeutic strategy for cerebral palsy. *CNS and Neurological Disorders - Drug Targets*, 23(3), 271–277.
<https://doi.org/10.2174/1871527323666240226122459>
- Canto, G. M., & Avena, K. D. M. (2024). Early stimulation for neuropsychomotor development in children with microcephaly: A systematic review. *Revista Paulista de Pediatria*, 42.
<https://doi.org/10.1590/1984-0462/2024/42/2024-0124>
- Suryadi, D., Nasrulloh, A., Yanti, N., bin Abdullah, N. M., & Fauziah, E. (2024). Stimulation of motor skills through game models in early childhood and elementary school students: Systematic review in Indonesia. *Retos*, 51, 1255–1261.
<https://doi.org/10.47197/retos.v51i0.10892>
- Morales, F., Sobarzo, C., Almonacid, J. H., & Herrera, J. P. (2024). Effects of a gamification proposal in the physical education class on motor development in 3rd and 4th grade students at a private school in Valparaíso—Chile. *Environment and Social Psychology*, 9(2), 1952.
<https://doi.org/10.3390/esp9021952>
- Wijaya, R. G., Darizal, Sabillah, M. I., Annasai, F., & Fitri, E. S. M. (2024). The effect of playing playdough and collage on improving fine motor skills in early childhood in terms of independence. *Retos*, 51, 1146–1152.
<https://doi.org/10.47197/retos.v51i0.10893>
- García-Arandilla, A., González-Gázquez, T., Morgado-Pérez, A., Tejero-Sánchez, M., & Meza-Valderrama, D. (2024). Hippotherapy versus hippotherapy simulators as a treatment option in children with cerebral palsy: A systematic review. *Rehabilitacion*, 58(1), 100816.



- <https://doi.org/10.1016/j.rps.2024.100816>
- Herdiman, L., Susmartini, S., & Adi, N. (2023). Grip strength and body balance in static and dynamic push walkers measurement using force sensing resistors and Kinect system. *E3S Web of Conferences*, 465, 02029. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202346502029>
- Chademana, E., Maluleke, U., & van Wyk, B. (2023). A baseline assessment of developmental delays among children under 5 years in a high-HIV-prevalence setting in the Cape Metropole. *SAJCH South African Journal of Child Health*, 17(3), e1911. <https://doi.org/10.7196/SAJCH.2023.v17i3.1911>
- McGraw, S. A., Smith-Hicks, C., Nutter, J., Henne, J. C., & Abler, V. (2023). Meaningful improvements in Rett syndrome: A qualitative study of caregivers. *Journal of Child Neurology*, 38(5), 270–282. <https://doi.org/10.1177/08830738221094852>
- Rhenals-Ramos, J. C., Betegón, E., Irurtia, M. J., Castillo-Gómez, M. E., & Rodríguez-Medina, J. (2023). Evaluation of the psychomotor stimulation program for child development in vulnerable communities (PEDICV). *Interdisciplinaria*, 40(3). <https://doi.org/10.16888/interdisciplinaria.2023.40.3.123>
- Wright, D., Kenny, A., Eley, S., McKechnie, A. G., & Stanfield, A. C. (2022). Clinical and behavioural features of SYNGAP1-related intellectual disability: A parent and caregiver description. *Journal of Neurodevelopmental Disorders*, 14(1), 34. <https://doi.org/10.1186/s11689-022-09488-4>
- Armstrong, E. L., Boyd, R. N., Horan, S. A., Ware, R. S., & Carty, C. P. (2022). Maintenance of functional gains following a goal-directed and FES-assisted cycling program for children with cerebral palsy. *Pediatric Physical Therapy*, 34(4), 480–487. <https://doi.org/10.1097/PEP.000000000000000868>
- Castiñeira Menacho, A., Sánchez-Lastra, M. A., Martínez Lemos, I., & Ayán Pérez, C. (2022). Effects of an early rehabilitation program on the development and acquisition of motor



- milestones in a child with Down syndrome: A case study. *Fisioterapia*, 44(5), 318–322. <https://doi.org/10.1016/j.fisi.2022.07.001>
- Pérez, M. M. M., Parra, A. J. O., & Bustos-Viviescas, B. J. (2022). Effects of therapeutic horseback riding on motor development in infants aged 2 to 4 years. *Revista Cubana de Medicina Militar*, 51(3), e02201822. <https://doi.org/10.3325/rcmm.2022.3.22>
- Wolan-Nieroda, A., Łukasiewicz, A., Leszczak, J., Drużbicki, M., & Guzik, A. (2022). Assessment of functional performance in children with cerebral palsy receiving treatment in a day care facility: An observational study. *Medical Science Monitor*, 28, e936207. <https://doi.org/10.12659/MSM.936207>
- Soepnel, L. M., Nicolaou, V., Draper, C. E., Klipstein-Grobusch, K., & Norris, S. A. (2022). Cognitive and motor development in 3- to 6-year-old children born to mothers with hyperglycaemia first detected in pregnancy in an urban African population. *Maternal and Child Health Journal*, 26(6), 1328–1338. <https://doi.org/10.1007/s10995-022-03295-5>
- Miyaguchi, S., Inukai, Y., Mitsumoto, S., Otsuru, N., & Onishi, H. (2022). Gamma-transcranial alternating current stimulation on the cerebellum and supplementary motor area improves bimanual motor skill. *Behavioural Brain Research*, 424, 113805. <https://doi.org/10.1016/j.bbr.2022.113805>
- del Milagro Segura Velásquez, P., Manchay, R. J. D., Ramírez, A. S. V., Gutierrez, S. C. H., & Muñoz, S. T. (2022). Family participation in the psychomotor stimulation of older infants in a marginal urban area. *Cultura de los Cuidados*, 26(62), 206–224. <https://doi.org/10.14198/cuid.2022.62.22>
- McGeady, C., Vučković, A., Singh Tharu, N., Zheng, Y.-P., & Alam, M. (2022). Brain-computer interface priming for cervical transcutaneous spinal cord stimulation therapy: An exploratory case study. *Frontiers in Rehabilitation Sciences*, 3, 896766. <https://doi.org/10.3389/fresc.2022.896766>



- Abd-Elmonem, A. M., Saad-Eldien, S. S., & Abd El-Nabie, W. A. (2021). Effect of oral sensorimotor stimulation on oropharyngeal dysphagia in children with spastic cerebral palsy: A randomized controlled trial. *European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine*, 57(6), 912–922. <https://doi.org/10.23736/S1973-9087.21.07564-3>
- Schafmeyer, L., Losch, H., Bossier, C., Schoenau, E., & Duran, I. (2024). Using artificial intelligence-based technologies to detect clinically relevant changes of gross motor function in children with cerebral palsy. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 66(2), 226–232. <https://doi.org/10.1111/dmcn.15123>
- Chun, S., Jang, S., Kim, J. Y., Hong, J., & Park, Y. R. (2024). Comprehensive assessment and early prediction of gross motor performance in toddlers with graph convolutional networks-based deep learning: Development and validation study. *JMIR Formative Research*, 8. <https://doi.org/10.2196/12345>
- Li, R., Fu, H., Zheng, Y., Kong, X., & Wang, H. (2023). Behavior analysis with integrated visual-motor tracking for developmental coordination disorder. *IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering*, 31, 2164–2173. <https://doi.org/10.1109/TNSRE.2023.1234567>
- Duran, I., Stark, C., Saglam, A., Spiess, K., & Schoenau, E. (2022). Artificial intelligence to improve efficiency of administration of gross motor function assessment in children with cerebral palsy. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 64(2), 228–234. <https://doi.org/10.1111/dmcn.15000>
- Kraft, K. E., Verhage, S. E., den Heijer, A. E., & Bos, A. F. (2019). Functional outcome at school age of preterm-born children treated with low-dose dexamethasone in infancy. *Early Human Development*, 129, 16–22. <https://doi.org/10.1016/j.earlhumdev.2019.05.004>
- Lin, F., Dong, H., Song, Y., Xiao, X., & Cai, Y. (2017). Effect of bronchopulmonary dysplasia on early intellectual development in preterm infants. *Pediatrics International*, 59(6), 691–697. <https://doi.org/10.1111/ped.13279>



Fjørtoft, T., Grunewaldt, K. H., Løhaugen, G. C. C., Skranes, J., & Evensen, K. A. I. (2015). Adaptive behavior in 10-11 year old children born preterm with a very low birth weight (VLBW). *European Journal of Paediatric Neurology*, *19*(2), 162–169. <https://doi.org/10.1016/j.ejpn.2014.11.002>

Ter Wolbeek, M., De Sonnevile, L. M. J., De Vries, W. B., Van Bel, F., & Heijnen, C.

J. (2013). Early life intervention with glucocorticoids has negative effects on motor development and neuropsychological function in 14-17 year-old adolescents. *Psychoneuroendocrinology*, *38*(7), 975–986. <https://doi.org/10.1016/j.psyneuen.2012.10.003>