



Artículo Revisión / Review Article

Efectos del trabajo de equilibrio y coordinación en niños con Síndrome de Down. Una revisión bibliográfica

Effects of balance and coordination work in children with Down Syndrome. A literature review

Sonia Fernández Corrales¹; Oliver Ramos-Álvarez^{2,3,4}; Martín Barcala Furelos¹

¹ Universidad Europea del Atlántico; ²Unidad de Investigación del Deporte Escolar, Educación Física y Psicomotricidad de la Universidade da Coruña; ² Grupo de Investigación en Economía de la Salud y Gestión de Servicios Sanitarios - Instituto de Investigación Marqués de Valdecilla (IDIVAL), 39011 Santander, España; ³ Universidad de Cantabria

Email correspondencia: oliver.ramos@unican.es

Cronograma editorial: *Artículo recibido 12/11/2023 Aceptado: 01/12/2023 Publicado: 01/01/2024*

Para citar este artículo utilice la siguiente referencia:

Fernández, S.; Ramos-Álvarez, O.; Barcala-Furelos, M. (2024). Efectos del trabajo de equilibrio y coordinación en niños con Síndrome de Down. Una revisión bibliográfica. *EDUCA International Journal*, 1 (4), 145-159. <https://doi.org/10.55040/educa.v4i1.90>

Contribución específica de los autores: Todos los autores han aportado su contribución para la redacción del artículo.

Financiación: No existió financiación para este proyecto.

Consentimiento informado participantes del estudio: Se obtuvo consentimiento informado de los participantes.

Conflicto de interés: Los autores no señalan ningún conflicto de interés.



Resumen

El objetivo del siguiente trabajo fue conocer qué ejercicios deberían implementarse en un protocolo para trabajar el equilibrio y la coordinación en niños con Síndrome de Down y qué efectos tendrán estos. Se seleccionó la información necesaria para abordar las variables de estudio propuestas empleando el método PRISMA, para ello, se utilizaron dos ecuaciones de búsqueda haciendo uso de la base de datos PubMed. Se tuvo en cuenta que los artículos fueran de los últimos 5 años, en lengua inglesa, que contuvieran protocolos de actuación, estudios tanto transversales como longitudinales y centrándonos en un rango de edad entre 4 y 12 años. Por un lado, realizar ejercicios desestabilizadores puede ser una herramienta efectiva para desarrollar el equilibrio y mejorar la fuerza muscular. Por otro lado, hacer uso de una técnica de realidad virtual en vez de hipoterapia, también obtendrá efectos positivos. En cuanto a estimular el sistema vestibular y realizar tareas duales, esto hará que el equilibrio se vea afectado positivamente. Las sesiones deberían ser de al menos 60 minutos para obtener efectos positivos sobre el equilibrio y la coordinación en niños con esta discapacidad. Se concluyó que trabajar el equilibrio y la coordinación en niños con Síndrome de Down, obtendrá mejoras significativas.

Palabras clave: Síndrome de Down, niños, coordinación, equilibrio, protocolo de actuación.

Abstract

The aim of the following work was to find out which exercises should be implemented in a protocol to work on balance and coordination in children with Down's syndrome and what effects these will have. The information necessary to address the proposed study variables was selected using the PRISMA method, for which two search equations were used, making use of the PubMed database. It was taken into account that the articles were from the last 5 years, in English, that they contained action protocols, both cross-sectional and longitudinal studies and that they focused on an age range between 4 and 12 years. On the one hand, performing destabilising exercises can be an effective tool for developing balance and improving muscle strength. On the other hand, using a virtual reality technique instead of hippotherapy will also have positive effects. In terms of stimulating the vestibular system and performing dual tasks, this will positively affect balance. Sessions should be at least 60 minutes, in order to obtain positive effects on balance and coordination in children with this disability. It was concluded that working on balance and coordination in children with Down's syndrome will result in significant improvements.

Keywords: Down Syndrome, children, coordination, balance, action protocol.



Introducción

La discapacidad intelectual es un trastorno que se caracteriza por limitaciones en el funcionamiento tanto rendimiento cognitivo, adaptativo como a nivel físico (Santander et al., 2021), este último cada vez está más estudiado y con mayor concienciación por la sociedad de la existencia de un porcentaje de la población que tiene esta afección (Flórez, 2018).

El Síndrome de Down es una de las discapacidades intelectuales más comunes y esta ocurre cuando aparece un cromosoma 21 adicional (Antonarakis et al., 2020), el cual hace que la persona tenga unas características específicas, estas tienen un patrón de crecimiento distinto y tienen mayor riesgo de presentar ciertas enfermedades (Gutiérrez et al., 2020), especialmente las relacionadas con los sistemas neurológico y musculoesquelético (Antonarakis et al., 2020).

Por otro lado, se sabe que los niños y niñas con esta discapacidad suelen tener un retraso en el desarrollo de las habilidades motrices y presentan patrones de movimiento con menos coordinación y con un control del equilibrio más reducido respecto a la población que no presenta ninguna discapacidad (Beerse y Wu, 2018).

Según el deterioro motriz se muestra en cada niño o niña, estos déficits motores se pueden dividir en un deterioro leve, el cual se caracteriza por tener patrones motores semejantes a los de una persona sin Síndrome de Down, o bien, en un deterioro moderado caracterizado por mayor dificultad de iniciar, adaptar y mantener el movimiento con eficiencia, amplio patrón de movimiento, gran base de apoyo, poco equilibrio y tono muscular escaso. Finalmente, esta población puede tener un deterioro severo, caracterizado por la dificultad de comenzar, adaptar y mantener el movimiento, equilibrio escaso, poco tono muscular y un limitado control voluntario (Alesi et al., 2018).

Se pueden distinguir tres tipos de alteraciones cromosómicas en el Síndrome de Down (Gutiérrez et al., 2020): En primer lugar, se encuentra la trisomía simple, esta es la presencia de tres copias de cromosoma en vez de dos en cada célula del cuerpo, en segundo lugar, se presenta la trisomía por translocación, en esta se produce un intercambio del material genético entre dos cromosomas, y en tercer lugar, la trisomía por mosaicismo, la cual ocurre cuando el cromosoma 21 extra, solo se encuentra en algunas células y no en todas ellas (Mazurek y Wyka, 2015).



En referencia a la coordinación motriz, se puede definir como la capacidad de realizar diferentes acciones motrices con precisión y eficacia, para lograr un objetivo, empleando para su consecución los factores sensitivos y sensoriales del sistema nervioso central, con la finalidad de realizar correctamente el movimiento (Cenizo et al. 2016).

Para evaluar la coordinación motriz de niños y niñas con discapacidad existen diferentes herramientas validadas. Una de estas es el Test Movement Assessment Battery for Children 2 (MABC-2) (Henderson et al., 2007). Este test evalúa a través de diferentes pruebas la coordinación y equilibrio, según el rango de edad en la que se encuentre el niño o niña. Una segunda herramienta es el Test Stay in Step, este test está formado por cuatro ejercicios: Hacer equilibrio sobre un pie, realizar un salto de longitud desde parado con solo un apoyo, saltar y atrapar una pelota y hacer una carrera veloz de 50 m, es sencillo, muy económico y está diseñado para que sea aplicado fácilmente en clases de Educación Física (Rodríguez, 2009).

Existe otro método para la evaluación de la coordinación motriz, en el que se encuentran las escalas de observación MABC y ECOMI (Escala de observación de la competencia motriz infantil). La primera de estas, está formada por 60 tareas, las cuales se dividen en 5 bloques de 12 ejercicios cada uno, se hizo para poder encontrar problemas en la coordinación, entre otras cosas. En referencia al ECOMI, está formada por 22 ejercicios divididos en 3 partes, con la que se puede observar el grado de coordinación motriz general, el control motor y la direccionalidad y se diseñó concretamente para ser utilizada en clases de Educación Física (Rodríguez, 2009).

En relación al equilibrio, es una de las capacidades motrices fundamentales tanto para el día a día como para realizar ejercicio físico, por ello, tiene gran importancia que se trabaje y fortalezca desde edades tempranas y esto hará que el niño no contemple realizar actividades sedentarias (Villalobos-Samaniego et al., 2020).

Existe innumerables herramientas y métodos para la evaluación del equilibrio. Una manera de realizar esta evaluación con una herramienta validada, es el uso de plataformas de fuerza. Estas plataformas precisan de un equipamiento electrónico que se encarga de monitorizar puntos de presión y situar los vectores de fuerza que produce el cuerpo al estar de pie tanto de forma estática como dinámica. El segundo instrumento es el uso de baterías de registro observacional, las cuales valoran mediante diferentes tareas motrices validadas y estandarizadas al individuo (Villalobos-Samaniego et al., 2020).



Por todo ello, teniendo en cuenta además las características de este grupo poblacional, el objetivo de esta revisión bibliográfica es conocer qué ejercicios deberían implementarse en un protocolo para trabajar el equilibrio y la coordinación en niños con Síndrome de Down y qué efectos tendrán estos.

Metodología

Esta revisión bibliográfica se realizó siguiendo las recomendaciones de la Declaración PRISMA (Moher et al., 2009) y cumpliendo un total de 27 ítems indicados por dicha declaración.

La base de datos en la que se realizó esta revisión fue PubMed. La búsqueda se centró únicamente en documentos escritos en inglés y con las palabras utilizadas Down Syndrome, children, coordination y balance.

El operador booleano utilizado para realizar las búsquedas fue AND y se realizaron diferentes ecuaciones de búsqueda:

- "*Down Syndrome*" AND "*children**" AND "*balance*"
- "*Down Syndrome*" AND "*children**" AND "*coordination*"

Los criterios de inclusión y exclusión utilizados en la selección de los documentos fueron los presentados en la Tabla 1:

Tabla 1- Proceso de selección de publicaciones y criterios de inclusión y exclusión

Criterios de inclusión	Criterios de exclusión
1.a. Artículos de los últimos 5 años	2.a. Artículos que no fuesen en lengua inglesa
1.b. Artículos en inglés	2.b. Artículos que hablen de otras discapacidades intelectuales
1.c. Rango de edad entre 4 y 12 años	2.c. Revisiones bibliográficas y metaanálisis
1.d. Estudios que contengan protocolos de actuación	2.d. Artículos no originales
1.e. Estudios tanto transversales como longitudinales	2.e. Artículos de más de 5 años desde su fecha de publicación

Resultados

Según se presenta en el diagrama de flujo realizado siguiendo la metodología PRISMA (Imagen 1), se identificaron un total de 169 documentos científicos en la búsqueda, de los cuales

se seleccionaron un total de 6 una vez aplicados los criterios de inclusión y exclusión definidos para la realización de esta revisión.

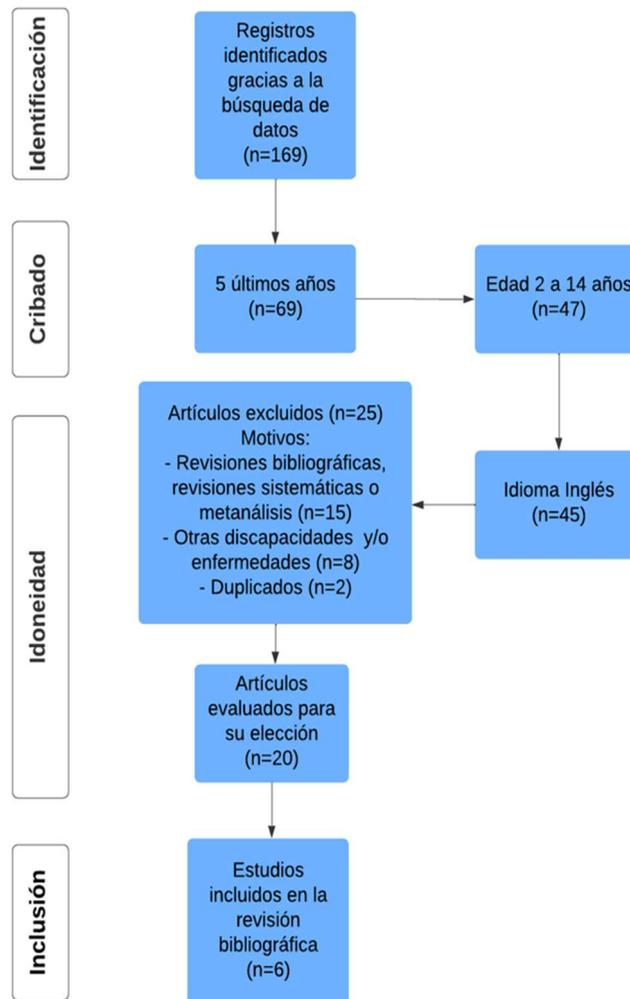


Imagen 1 – Diagrama de flujo basado en método PRISMA

Para contextualizar los resultados de los artículos seleccionados de la revisión (Tabla 1), se ha identificado la autoría de dichos estudios, la muestra definitiva en cada uno de ellos, su intervención, así como su duración y finalmente los efectos de dicha intervención.

Tabla 1- Análisis de los artículos que aportan evidencia científica sobre qué ejercicios deberían implementarse en un protocolo para trabajar el equilibrio y la coordinación en niños con Síndrome de Down y qué efectos tendrán estos

Autor/es	Muestra	Intervención	Duración del programa	Efectos
(Alsakhawi y Elshafey, 2019)	N= 45 Edad: 4 a 6 años. 3 grupos aleatorios con Síndrome de Down.	Grupo A: ejercicios de fisioterapia tradicional. Grupo B: igual que el grupo A, más entrenamiento con ejercicios de estabilidad central. Grupo C: igual que el grupo A, más un programa de ejercicios en cinta rodante. El equilibrio fue evaluado con la balanza de Berg y el Biodex Balance System.	Sesiones de 60 min. Duración: 8 semanas, 3 días por semana.	Hubo una mejora significativa en los grupos B y C en el equilibrio funcional y el índice de estabilidad general si se compara con el grupo A. No hubo diferencias significativas entre los grupos B y C si se habla del equilibrio funcional y el índice de estabilidad general.
(Azab et al., 2022)	N= 32 Edad: 7 a 9 años. 2 grupos con división al azar con Síndrome de Down.	Grupo control fisioterapia estándar (sPT) Grupo SSC fisioterapia estándar, además de entrenamiento de ejercicios pliométricos (SSC) en trampolín.	Sesiones de 45 minutos de fisioterapia estándar 2 veces por semana. Además, grupo SSC uso de trampolín durante 15 minutos. Duración: 12 semanas consecutivas.	Ejercicios SSC basados en trampolines durante 12 semanas, puede ser efectivo para la mejora de la fuerza muscular y el control postural en niños con Síndrome de Down, pudiendo mejorar el equilibrio y la coordinación.
(Moriello et al., 2020)	N= 4 Edad= 3 a 5 años con Síndrome de Down.	Sesiones de fisioterapia incorporando la hipoterapia.	Participante 1: 4 veces / semana durante 6 semanas. Participante 2: 3 veces / semana durante 6 semanas. Participantes 3 y 4: 2 veces / semana durante 8 semanas. Sesiones de máximo 30 minutos: - 5 a 15 minutos de trabajo preparatorio. - 15 a 25 minutos en el caballo.	La utilización de hipoterapia puede desarrollar mejoras en la función motora gruesa, aunque 8 sesiones puede que no sean las suficientes para observar mejoras significativas en los parámetros de la marcha.

Autor/es	Muestra	Intervención	Duración del programa	Efectos
(Nahla et al., 2022)	N= 30 Edad: 7 a 10 años. 2 grupos divididos aleatoriamente con Síndrome de Down.	Grupo A programa de fisioterapia incluyendo ejercicios de equilibrio. Grupo B programa de fisioterapia con estimulación vestibular mecánica.	Sesiones de 60 min. Durante 3 meses, tres días a la semana.	Hubo una mejora significativa en ambos grupos al comparar los resultados pre y post al tratamiento. El grupo B obtuvo mejoras más relevantes, en comparación con el grupo A en la estabilidad postural.
(Peña et al., 2019)	N= 47 Edad = 7 a 13 años. 2 grupos: - 26 niños sin discapacidad. - 21 con Síndrome de Down.	Realizaron movimientos sentarse a pararse (STS) y posteriormente, se incluyeron 3 variantes: Actividad bimanual de doble tarea (DT-Bim) Actividad dominante unimanual de doble tarea (DT-Uni Dom) Actividad no dominante unimanual dualtask (DT-Uni Nondom)	Un único día.	Los niños con Síndrome de Down, redujeron el balanceo del cuerpo gracias a la realización de tareas duales, esto en un principio resultó ser una estrategia postural de rigidez.
(Raghupathy et al., 2022)	N= 36 Edad: 6 a 10 años. 2 grupos al azar con Síndrome de Down.	Grupo A: danza clásica india. Grupo B: entrenamiento neuromuscular.	Una hora / día, 3 días / semana. Duración: 6 semanas.	Tanto la danza india como el entrenamiento neuromuscular afectaron de la misma manera positiva al equilibrio de los niños. Se observaron mejoras más significativas en las habilidades locomotoras en el grupo A que en el B.

Discusión

Realizando una tarea de marcha, haciendo uso de la cinta rodante junto a sesiones de fisioterapia tradicional para niños y niñas con Síndrome de Down, Alsakhawi y Elshafey (2019) llegaron a las mismas conclusiones que García-Del Pino-Ramos et al. (2021) en su revisión, de que el uso de este tipo de entrenamiento y protocolo mejora significativamente la marcha y el



equilibrio en niños y niñas con Síndrome de Down y también a los que tienen parálisis cerebral. Por otro lado, se observaron los efectos de un entrenamiento en cinta rodante con realidad virtual durante 8 semanas sobre el equilibrio, la fuerza muscular, la marcha y la función motora gruesa en niños y niñas de entre 9 y 11 años con parálisis cerebral, obteniendo mejoras significativas en las variables estudiadas (Cho et al., 2016). Estos resultados también concuerdan con los obtenidos por Flores y Da Silva (2019), donde realizaron tareas en cinta rodante a niños y niñas de entre 1 a 4 años con parálisis cerebral grave, soportando el peso corporal de estos con un arnés. Se debe tener en cuenta que estos dos últimos estudios se centran en la parálisis cerebral y no en Síndrome de Down.

Azab et al. (2022) investigaron los efectos de trabajar ejercicios pliométricos sobre trampolín con niños y niñas con Síndrome de Down y concluyeron que esto sería efectivo para la mejora de la fuerza muscular y el control postural, lo cual repercutirá sobre el equilibrio y la coordinación, estos resultados son comparables a los obtenidos por Arabatzi (2018), el cual estudió el efecto de entrenar con el trampolín en niños y niñas de entre 9 y 13 años, durante 4 semanas, obteniendo resultados significativos en la mejora del equilibrio y la fuerza del tren inferior, para así prevenir y reducir posibles lesiones. Cabe destacar que este estudio se realizó con niños y niñas sin discapacidad, por lo que los resultados podrían variar en niños con Síndrome de Down.

Los niños y niñas con Síndrome de Down pueden ver afectado su sistema vestibular, lo que hace que su equilibrio sea peor que el de un niño y niña sin ninguna discapacidad, por lo que realizar ejercicios de fisioterapia con estimulación vestibular mecánica, hará que el equilibrio mejore más que al realizar únicamente programas de fisioterapia que incluyan ejercicios de equilibrio (Nahla et al., 2022), estos resultados concuerdan con los obtenidos en el estudio de Appiah-Kubi y Wright (2019) en el que realizaron un entrenamiento con activación vestibular a adultos de entre 18 y 35 años, en el cual se observaron mejoras significativas en el control postural, por lo que sería conveniente añadir este tipo de entrenamiento a otros que realicen tanto niños como adultos con Síndrome de Down.

Los estímulos auditivos combinados con movimientos aeróbicos y rítmicos son una herramienta que aporta mejoras significativas en el control postural. Raghupathy et al. (2022) obtuvieron efectos positivos sobre el equilibrio en niños y niñas con Síndrome de Down, al



trabajar la danza india tradicional con ellos, llevando a cabo diferentes tareas motrices, a diferente ritmo y combinando unas con otras. Estos resultados son comparables a los obtenidos por McGuire et al. (2019) en su estudio, el cual utilizó el baile adaptado durante 20 sesiones de 1 hora con niños con Síndrome de Down, de entre 4 y 13 años, llegó a la conclusión de que realizar baile adaptado con estos niños y niñas, hace que mejoren significativamente sus habilidades motoras gruesas, como son saltar o subir escaleras, las cuales están estrechamente relacionadas con la coordinación y el equilibrio, a la vez que mejoran su participación. Por otro lado, un estudio en el que desarrollaron tareas mediante la danza y la estimulación auditiva rítmica para mejorar el equilibrio y la marcha, también obtuvo efectos positivos en niños y niñas con parálisis cerebral (López-Ortiz et al., 2019).

Realizar entrenamientos de hipoterapia en niños y niñas con Síndrome de Down se cree que es una manera correcta de conseguir que mejoren su función motora gruesa, aunque no se sabe exactamente si realizarlo únicamente durante 8 semanas hará que se logren grandes mejoras (Moriello et al., 2020). Esto concuerda, en cuanto al tiempo empleado en la intervención, con lo dicho anteriormente por Park et al. (2014) en un estudio en el que utilizó la hipoterapia, pero en este caso con niños y niñas de entre 3 y 12 años con parálisis cerebral, llegando a los mismos efectos positivos, tanto en la motricidad gruesa como en el rendimiento. Por otro lado, Chang (2021) y Jung et al. (2022), realizaron estudios haciendo uso de un simulador de equitación con realidad virtual, en el cual, se observaron también mejoras en la función motora y el equilibrio en niños con parálisis cerebral, por lo que también sería de gran ayuda hacer uso de este material tecnológico en el caso de no tener la opción de hacer equitación. Se debe tener en cuenta, que se obtendrán mejoras más significativas al realizar equitación, en vez de usar un simulador como sustituto, tal y como dijo Temcharoensuk et al. (2015).

Peña et al. (2019) estudiaron los beneficios de realizar tareas duales sobre el equilibrio en niños y niñas con Síndrome de Down, obteniendo efectos positivos, estos concuerdan con los obtenidos por Peña et al. (2019) en otro estudio, en el cual, también observaron mejoras con estas tareas en niños y niñas con disfunción neuromotora, aunque resaltaron que aún hay muchas cuestiones que resolver acerca de este tema.



Sesiones de entre 30 y 45 minutos pueden no ser suficiente tiempo como para conseguir mejoras significativas con los sujetos, como es en el caso de los estudios de Azab et al. (2022) y Moriello et al. (2020), en donde la duración de las sesiones pudo no ser suficientemente larga como para comprobar si los resultados obtenidos fueron totalmente efectivos. Por otro lado, sesiones de al menos 60 minutos parecen ser idóneas para conseguir efectos positivos con los sujetos, como comprobaron Alsakhawi y Elshafey (2019), Nahla et al. (2022) y Raghupathy et al. (2022).

Conclusiones

El objetivo de esta revisión bibliográfica era conocer qué ejercicios deberían implementarse en un protocolo para trabajar el equilibrio y la coordinación en niños y niñas con Síndrome de Down y qué efectos tendrán estos. Se concluyó que realizar ejercicios desestabilizadores como los saltos en trampolín o la danza, pueden ser una herramienta efectiva para desarrollar el equilibrio y mejorar la fuerza muscular. También se obtuvieron efectos positivos al utilizar una técnica de realidad virtual, por lo que sería una buena sustitución a la hora de no poder realizar ejercicios como la hipoterapia encima de un caballo. En tercer lugar, al estimular el sistema vestibular se observó, que el equilibrio se veía afectado positivamente, por lo que añadir este tipo de ejercicios a un entrenamiento será beneficioso. Por otro lado, si los niños y niñas con Síndrome de Down realizan tareas duales, puede que consigan más rigidez postural, lo cual llevará a que mantengan más el equilibrio, por lo que puede que esto sea una tarea efectiva para ellos. Por último, en cuanto al tiempo de intervención, las sesiones deberían ser de al menos 60 minutos, para poder obtener efectos positivos sobre el equilibrio y la coordinación en niños con esta discapacidad.

Se abren futuras investigaciones acerca de la duración que deben tener las sesiones de entrenamiento con niños y niñas con esta discapacidad, ya que es probable que al realizar intervenciones de más duración los resultados sean mejores. Por otro lado, existe un vacío en la literatura acerca de las tareas duales en niños y niñas con esta discapacidad, por ello, se precisaría también futuras investigaciones.

Por último, en cuanto al trabajo de marcha mediante el uso de la cinta rodante, hay evidencia científica acerca de que la utilización de esta obtiene mejoras significativas en niños y niñas con parálisis cerebral, pero no hay suficiente literatura acerca de si obtendrán las mismas



mejoras en personas con Síndrome de Down, por ello, se abriría una posible línea de investigación, para comparar de manera concisa las posibles diferencias que se pueden encontrar entre la parálisis cerebral y el Síndrome de Down.

Referencias bibliográficas

- Alesi, M., Battaglia, G., Pepi, A., Bianco, A., & Palma, A. (2018). Gross motor proficiency and intellectual functioning. A comparison among children with Down syndrome, children with borderline intellectual functioning, and typically developing children. *Medicine*. 97, 12737. <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000012737>
- Alsakhawi, R. S., & Elshafey, M. A. (2019). Effect of Core Stability Exercises and Treadmill Training on Balance in Children with Down Syndrome: Randomized Controlled Trial. *Advances in Therapy*. 36(9), 2364-2373. <https://doi.org/10.1007/s12325-019-01024-2>
- Antonarakis, S.E., Skotko, B.G., Raffi, M.S., Strydom, A., Pape, S.E., Bianchi, D.W., Sherman, S.L., & Reeves, R.H. (2020). Down syndrome. *Nature reviews Disease primers*. 66(1), 9. <https://doi.org/10.1038/s41572-019-0143-7>
- Appiah-Kubi, K. O., & Wright, W. G. (2019). Vestibular training promotes adaptation of multisensory integration in postural control. *Gait Posture*, 73, 215-220. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2019.07.197>
- Arabatzi, F. (2018). Adaptations in movement performance after plyometric training on mini-trampoline in children. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 58(1-2), 66-72. <https://doi.org/10.23736/S0022-4707.16.06759-1>
- Azab, A. R., Mahmoud, W. S., Basha, M.A., Hassan, S. S., Morgan, E. S., Elsayed, A.E., Kamel, F. H., & Elnaggar, R. K. (2022). Distinct effects of trampoline-based stretch-shortening cycle exercises on muscle strength and postural control in children with Down syndrome: a randomized controlled study. *European Review for Medical and Pharmacological Sciences*, 26(6), 1952-1962. https://doi.org/10.26355/eurrev_202203_28343



- Beerse, M., & Wu, J. (2018). Vertical stiffness and balance control of two-legged hopping in-place in children with and without Down syndrome. *Gait & Posture*, *63*, 39-45. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2018.04.026>
- Cenizo, J.M., Ravelo, J., Morilla, S., Ramírez, J.M., & Fernández-Truan, J.C. (2016). Diseño y validación de instrumento para evaluar coordinación motriz en primaria. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*. *16*(62), 203-219. <https://doi.org/10.15366/rimcafd2016.62.002>
- Chang, H.J., Jung, Y. G., Park, Y. S., Kim, D. H., & Kim, C. W. (2021). Virtual Reality-Incorporated Horse Riding Simulator to Improve Motor Function and Balance in Children with Cerebral Palsy: A Pilot Study. *Sensors*, *21*(19), 6394. <https://doi.org/10.3390/s21196394>
- Cho, C., Hwang, W., Hwang, S., & Chung, Y. (2016). Treadmill Training with Virtual Reality Improves Gait, Balance, and Muscle Strength in Children with Cerebral Palsy. *Tohoku Journal of Experimental Medicine*, *238*(3), 213-218. <https://doi.org/10.1620/tjem.238.213>
- Flores, M.B., & Da Silva, C.P. (2019). Trunk control and gross motor outcomes after body weight supported treadmill training in young children with severe cerebral palsy: a non-experimental case series. *Developmental Neurorehabilitation*. *22*(7), 499-503. <https://doi.org/10.1080/17518423.2018.1527862>
- Flórez, J. (2018). La comprensión actual de la discapacidad intelectual. *lacusaragon*.
- García-Del Pino-Ramos S., Romero-Galisteo, R.P., Pinero-Pinto, E., Lirio-Romero, C., & Palomo-Carrión, R. (2021). Effectiveness of treadmill training on the motor development of children with cerebral palsy and Down syndrome. *Medicina Buenos Aires*. *81*(3), 367-374.
- Gutiérrez, A.M., Marín, M., & de Arriba, A. (2020). Down syndrome: Current incidence and comorbidities. *Medicina Clínica*, *154*(8), 321-322. <https://doi.org/10.1016/j.medcli.2019.02.017>



- Henderson, S., Sugden, D.A., & Barnett, A. (2007) *Movement Assessment Battery for Children-Second Edition (Movement ABC-2)*. The Psychological Corporation.
- Jung, Y. G., Chang, H.J., Jo, E.S., & Kim, D. H. (2022). The Effect of a Horse-Riding Simulator with Virtual Reality on Gross Motor Function and Body Composition of Children with Cerebral Palsy: Preliminary Study. *Sensors*, 22(8), 2903. <https://doi.org/10.3390/s22082903>
- López-Ortiz, C., Gaebler-Spira, D.J., Mckeeman, S. N., McNish, R.N., & Green, D. (2019). Dance and rehabilitation in cerebral palsy: a systematic search and review. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 61(4), 393-398. <https://doi.org/10.1111/dmcn.14064>
- Mazurek, D., & Wyka, J. (2015). Down syndrome--genetic and nutritional aspects of accompanying disorders. *Roczniki Państwowego Zakładu Higieny*. 66(3), 189-94.
- McGuire, M., Long, J., Esbensen, A. J., & Bailes, A. F. (2019). Adapted Dance Improves Motor Abilities and Participation in Children With Down Syndrome: A Pilot Study. *Pediatric Physical Therapy*, 31(1), 76-82. <https://doi.org/10.1097/PEP.0000000000000559>
- Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., Altman, D.G., & PRISMA Group (2009). Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: The PRISMA statement. *PLoS Medicine*, 6(7), e1000097. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1000097>
- Moriello, G., Terpstra, M. E., & Earl, J.C. (2020). Outcomes following physical therapy incorporating hippotherapy on neuromotor function and bladder control in children with Down syndrome: A case series. *Physical & Occupational Therapy in Pediatrics*, 40(3), 247-260. <https://doi.org/10.1080/01942638.2019.1615601>
- Nahla I.M., El-Sayed, S. E., Ragaa, A.E., & Ghafar, A.E.H.A.A. (2022). Mechanical vestibular stimulation versus traditional balance exercises in children with Down syndrome. *African Health Sciences*, 22(1), 377-383. <https://doi.org/10.4314/ahs.v22i1.46>
- Park, E. S., Rha, D.W., Shin, J. S., Kim, S., & Jung, S. J. (2014). Effects of Hippotherapy on Gross Motor Function and Functional Performance of Children with Cerebral Palsy. *Yonsei Medical Journal*, 55(6), 1736-1742. <https://doi.org/10.3349/ymj.2014.55.6.1736>



- Peña, G. M., Pavão, S. L., Oliveira, M. F. P., De Campos, A. C., & Rocha, N. A. C. F. (2019). Dual-task effects in children with neuromotor dysfunction: a systematic review. *European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine*, 55(2), 281-290. <https://doi.org/10.23736/S1973-9087.19.05556-4>
- Peña, G. M., Pavão, S. L., Oliveira, M. F. P., Godoi, D., De Campos, A. C., & Rocha, N. A. C. F. (2019). Dual-task effects on postural sway during sit-to-stand movement in children with Down syndrome. *Journal of Intellectual Disability Research*, 63(6), 576-586. <https://doi.org/10.1111/jir.12599>
- Raghupathy, M. K., Divya, M., & Karthikbabu, S. (2022). Effects of Traditional Indian Dance on Motor Skills and Balance in Children with Down syndrome. *Journal of Motor Behavior*, 54(2), 212-221. <https://doi.org/10.1080/00222895.2021.1941736>
- Rodríguez, M.L. (2009). *Adaptación y validación de pruebas de competencia motriz en escolares con Síndrome de Down [tesis doctoral, Universidad de Alcalá]*. Biblioteca Digital de la Universidad de Alcalá.
- Santander, P., Pedemonte, M. J., Troncoso, M., Yáñez, C., Cárdenas, M. A., Guajardo, K., ... & Troncoso, L. (2021). Children and adolescents with intellectual disabilities studied with genetic tests according to their clinical phenotype. *Andes Pediátrica*, 92(6), 879-887. <https://doi.org/10.32641/andespediatr.v92i6.2866>
- Temcharoensuk, P., Lekskulchai, R., Akamanon, C., Rittruechai, P., & Sutcharitpongsa, S. (2015). Effect of horseback riding versus a dynamic and static horse riding simulator on sitting ability of children with cerebral palsy: a randomized controlled trial. *Journal of Physical Therapy Science*, 27(1), 273-277. <https://doi.org/10.1589/jpts.27.273>
- Villalobos-Samaniego, C., Rivera-Sosa, J.M., Ramos-Jiménez, A., Cervantes-Borunda, M.S., López-Alonzo, S.J. y Hernández-Torres, R.P. (2020) Métodos de evaluación del equilibrio estático y dinámico en niños de 8 a 12 años. *Retos*, 37, 793-801. <https://doi.org/10.47197/retos.v37i37.67809>