



**Universidad de Valladolid**

# FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD DE SORIA

## *GRADO EN FISIOTERAPIA*

### TRABAJO FIN DE GRADO

EFICACIA DE PROGRAMAS DE EJERCICIO FÍSICO  
EN EL EQUILIBRIO DE NIÑOS Y ADOLESCENTES  
CON SÍNDROME DE DOWN: UNA REVISIÓN  
SISTEMÁTICA

Presentado por Nina Pérez Ganso

Tutor: Nerea de Miguel Hernando

Soria a 15/06/2025



## **RESUMEN**

**Introducción:** La incidencia mundial del síndrome de Down se sitúa entre 1 de cada 1.000 y 1 de cada 1.100 recién nacidos vivos. En España, la prevalencia es de 0,75 por 1.000 habitantes. La esperanza de vida en personas con síndrome de Down ha aumentado de forma notoria, de 25 años en 1.983 a 60 años en la actualidad. La falta de equilibrio es uno de los principales problemas. Afecta al desarrollo de las actividades de la vida diaria y actividades independientes.

**Objetivo:** Describir la eficacia de los distintos tratamientos terapéuticos para la mejora del equilibrio en niños y adolescentes con síndrome de Down.

**Materiales y métodos:** Se realizó una revisión sistemática mediante la selección de artículos recopilados en las bases de datos: Medline (Pubmed), Physiotherapy Evidence Database (PEDro), Web of Science (WoS) y Cochrane Library.

**Resultados:** En la búsqueda se seleccionaron 7 ensayos clínicos basados en abordajes terapéuticos para la mejora del equilibrio en niños y adolescentes con síndrome de Down. Se observó mejoría en 5 de los 7 estudios analizados, lo que respalda el uso de distintas terapias para mejorar el equilibrio.

**Conclusiones:** los programas de ejercicio físico tienen efectividad sobre el equilibrio en niños y adolescentes con síndrome de Down. Un gran porcentaje de los estudios analizados mostraron mejoras significativas en el equilibrio.

## ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN .....	1
1.1. SÍNDROME DE DOWN.....	1
1.2. EQUILIBRIO .....	2
1.2.1. DEFINICIÓN.....	2
1.2.2. EVALUACIÓN.....	3
1.3. EQUILIBRIO EN SÍNDROME DE DOWN .....	4
2. JUSTIFICACIÓN.....	5
3. OBJETIVO .....	6
4. MATERIAL Y MÉTODOS .....	7
4.1. DISEÑO DEL ESTUDIO .....	7
4.2. ESTRATEGIA DE BÚSQUEDA.....	7
4.3. CRITERIOS DE INCLUSIÓN Y DE EXCLUSIÓN.....	7
4.4. EXTRACCIÓN Y SÍNTESIS DE DATOS .....	8
4.5. EVALUACIÓN DE CALIDAD METODOLÓGICA .....	8
5. RESULTADOS .....	9
5.1. SELECCIÓN DE LOS ESTUDIOS.....	9
5.2 CARACTERÍSTICA DE LOS ESTUDIOS .....	11
5.3 CALIDAD METODOLÓGICA.....	14
6. DISCUSIÓN .....	16
7. CONCLUSIÓN .....	18
8. BIBLIOGRAFÍA .....	19
9. ANEXOS.....	22

## **ÍNDICE DE TABLAS**

Tabla 1. Tabla de Resultados .....	12
Tabla 2. Calidad Metodológica de los Estudios. Escala PEDro.....	14
Tabla 3. Estrategias de búsqueda .....	22

## **ÍNDICE DE FIGURAS**

Figura 1. Diagrama de flujo de la búsqueda bibliográfica .....	10
Figura 2. Riesgo de sesgo presentado según los criterios cumplidos en la escala PEDro. ....	15

## **GLOSARIO ABREVIATURAS**

SD: Síndrome de Down

BSS: Biodesix Stability System

PBS: Pediatric Balance Scale

PEDro: Physiotherapy Evidence Database

Wos: Web of Science

MeSH: Medical Subject Headings

ECA: Ensayo clínico aleatorizado

BOT-2: Bruininks-Oseretsky of Motor Proficiency

PedsQL: Pediatric quality of life inventory

TGMD-2: Test of Gross Motor Development-2

FSST: Four Square Step Test

TUG: Time Up and Go

WeeFIM: Functional Independence Measure for Children

# **1. INTRODUCCIÓN**

## **1.1. SÍNDROME DE DOWN**

El síndrome de Down (SD) es una afección cromosómica asociada a un conjunto de síntomas cognitivos y físicos, resultado de la aparición de un cromosoma de más, o parte de él, en el par 21 (1,2). Esta afección provoca un curso anormal del desarrollo y describe unas características físicas e intelectuales específicas.

Los rasgos físicos del SD están presentes en el nacimiento y se vuelven más visibles con el crecimiento del bebé (3). Entre los rasgos físicos más comunes se encuentra hipotonía, rostro y puente nasal aplanado, cabeza braquicefalia pequeña, comisuras palpebrales ascendentes, orejas, boca, pies y manos pequeñas, con un único pliegue en la palma de la mano, surco plantar profundo entre el primer y segundo dedo del pie, y exceso de piel en la nuca (2,4). La laxitud articular junto con la hipotonía son las características más habituales en el SD que afectan al movimiento coordinado y al equilibrio, esto puede ser debido a la disminución del número y tipo de fibras musculares de rápidas (5).

A parte, las personas con SD están más expuestas a desarrollar diversas afecciones médicas, como puede ser pérdida de audición, apnea obstructiva del sueño, enfermedad ocular, donde se incluyen las cataratas y errores refractarios graves, otitis media, defectos cardíacos congénitos, disfunción neurológica, atresias gastrointestinales, dislocación de cadera y enfermedad tiroidea, entre otras (4).

El coeficiente intelectual en personas con SD puede variar, pero se suele encontrar en un rango de discapacidad cognitiva de severo a moderado (CI= 25-55). A diferencia de niños con un desarrollo típico, el coeficiente intelectual en personas con SD no es constante, va disminuyendo con la edad (6).

Los niños con SD suelen caracterizarse por ser muy sociables y participativos, no obstante, en algunas personas puede verse afectado, cumpliendo con diagnósticos de autismo o depresión. Además, es común la presencia de problemas de conducta, como dificultades de atención o comportamientos obsesivo-compulsivo, aunque estos no suelen disminuir tanto su capacidad de interacción social.(2,7).

Para detectar el SD existen dos tipos de pruebas, las pruebas de cribado y las pruebas diagnósticas. Las pruebas de cribado indican si el embarazo tiene mayor probabilidad de presentar SD, entre ellas destacan el análisis de sangre materna, el análisis del suero materno y las ecografías. Las pruebas diagnósticas pueden detectar si el bebé padecerá SD, pero llevan un mayor riesgo, las más comunes son: ultrasonidos de alta resolución, muestreo de vellosidades coriónicas (CVS) y la amniocentesis (3).

La incidencia mundial sobre el SD se sitúa entre 1 de cada 1.000 y 1 de cada 1.100 recién nacidos vivos (8). En España, la prevalencia es de 0,75 por 1.000 habitantes, siendo mayor en el género masculino (0,90 por 1.000 habitantes) que en el femenino (0,60 por 1.000 habitantes) (9).

La esperanza de vida en personas con SD ha aumentado de forma notoria, de 25 años en 1.983 a 60 años en la actualidad (1). El aumento del número de embarazos afectados con SD se debe a un incremento de la edad materna en Europa, pero a su vez la inclusión de los cribados

prenatales y la posibilidad de la interrupción del embarazo han contribuido a una disminución en el número de nacimientos de niños con esta condición (10).

## 1.2. EQUILIBRIO

### 1.2.1. DEFINICIÓN

En fisioterapia, el equilibrio se define como la capacidad de mantener el centro de masas en la base de sustentación que proporciona una posición estable y previene caídas (11).

Es el estado en el que el centro de gravedad se proyecta dentro de la base de sustentación. La base de sustentación se define como la suma de las áreas de apoyo y el espacio que hay entre ellas. A su vez, las áreas de apoyo son las partes de nuestro cuerpo que están en contacto con el suelo o con alguna superficie (11).

Uno de los conceptos relacionados con el equilibrio es el control postural. Para entender cómo funciona el equilibrio primero tenemos que hablar sobre el concepto de control postural. El control postural se define como la posición del cuerpo en el espacio con los propósitos de estabilidad y orientación, y está muy relacionado con el individuo, la tarea y el entorno.

El sistema nervioso central regula el mantenimiento del control postural a través de distintos sistemas sensoriales:

- Sistema visual: influye en la postura, adaptándose a la tarea y entorno.
- Sistema vestibular: identifica la posición de la cabeza en el espacio y sus aceleraciones.
- Sistema somatosensorial: proporciona información del cuerpo con respecto a la base de sustentación (12).

Con el fin de mantener una posición en contra de la gravedad, el ser humano debe anticiparse y adaptarse. Existen dos mecanismos para el control de la postura:

- Mecanismos de *Feedback*: ocurre cuando la respuesta es a través de sistemas sensoriales, es lo que llamamos equilibrio reactivo. Permite poder volver a una posición estable después de sufrir una perturbación inesperada.
- Mecanismos de *Feedforward*: tiene lugar mediante ajustes posturales anticipatorios, que restauran la posición del centro de masas antes de realizar un movimiento voluntario, también se denomina equilibrio proactivo. Es la habilidad de activación muscular para controlar el equilibrio en el momento que realizamos movimientos voluntarios que son desestabilizantes (11,13).

El balanceo tanto en bipedestación como en sedestación ocurre en dirección anteroposterior, para poder recuperar la postura se utilizan diferentes estrategias:

- Estrategia de tobillo: devuelve el centro de masas a una posición de equilibrio a través de la articulación del tobillo y sinergias musculares. Se emplea en perturbaciones pequeñas y superficies relativamente estables.
- Estrategia de cadera: el centro de masas es controlado por la articulación de la cadera ante desequilibrios a mayor velocidad y la superficie es igual o más pequeña que el área de apoyo.

- Estrategias de cambio de apoyo: para modificar el balanceo las extremidades se mueven rápidamente dando un paso o alcanzando un objeto. Se puede adquirir cuando el centro de masas se encuentra dentro de la base de sustentación.

No solo la inestabilidad ocurre en dirección anteroposterior, también se ha revelado que en direcciones laterolateral y multidireccional se requieren otro tipo de estrategias. El equilibrio laterolateral ocurre principalmente en la articulación de la cadera y el tronco, el movimiento principal que se realiza es la aducción de una pierna y abducción de la otra.

En los desequilibrios multidireccionales la activación muscular se realiza en diagonal mediante dos sinergias. Por ejemplo, en un desplazamiento diagonal hacia atrás predomina la activación muscular posterior e izquierda, lo que refleja una respuesta adaptativa del sistema neuromuscular (13).

### **1.2.2. EVALUACIÓN**

Los instrumentos y escalas para la evaluación del equilibrio, y con los cuales se han comparado los estudios, son dos:

- Biodex Stability System (BSS): una evaluación objetiva del equilibrio. Consiste en una pantalla que se ajusta a la altura y da un feedback visual. La pantalla proporciona una visualización sobre el grado de inclinación, donde el niño debe mantener el cursor dentro de la pantalla, obteniendo así una buena puntuación. Además, consta de un equilibrio dinámico que permite movimientos simultáneos de los ejes anteroposterior y mediolateral.

Mide el grado de inclinación de cada eje en las condiciones dinámicas y calcula un índice de estabilidad mediolateral (MLSI), anteroposterior (APSI) y global (OSI). El BSS consta de 8 niveles, donde el nivel 1 es el menos estable y el nivel 8 el más estable. Cuanto más alta es la puntuación, peor equilibrio tiene el paciente (14).

- Pediatric Balance Scale (PBS): consiste en una versión modificada de la Escala de Equilibrio de Berg, se utiliza para evaluar las habilidades del equilibrio funcional mediante tareas que imitan las actividades de la vida diaria. Está diseñada para niños en edad escolar con discapacidades motoras leves a moderadas.

Consta de 14 ítems, los cuales se puntúan de 0 (función más baja) a 4 (función más alta). La puntuación máxima es de 56 puntos, cuanta más alta es la puntuación sugiere que el niño tiene un buen equilibrio y menor riesgo de caídas (15).

### **1.3. EQUILIBRIO EN SÍNDROME DE DOWN**

Debido a varias causas como la hipotonía, la laxitud ligamentosa, el escaso control postural y la debilidad muscular, los niños con SD tienden a tener problemas para mantener el equilibrio. La falta de un control adecuado del equilibrio es la función más difícil de adquirir, todo esto afecta en poder llevar a cabo habilidades independientes y restringe las actividades de la vida diaria (10).

Los problemas más comunes en niños con SD son las disfunciones posturales, asociados con la propiocepción alterada, la coordinación motora alterada, problemas de integración sensoriomotora y una disminución del tiempo de reacción para los ajustes posturales anticipatorios (16).

## **2. JUSTIFICACIÓN**

El equilibrio es una de las habilidades motoras más comprometidas en esta población, y es esencial para la adquisición de habilidades básicas como caminar, correr, subir escaleras o mantenerse de pie sin apoyo.

Este trabajo fin de grado se justifica por la necesidad de analizar la evidencia científica actual sobre distintos tipos de programa de ejercicio físico orientado a mejorar el equilibrio en niños y adolescentes con SD.

Esta revisión sistemática permite ofrecer una visión actualizada del estado de la investigación en este ámbito, así como una orientación a futuras intervenciones desde la fisioterapia pediátrica.

### **3. OBJETIVO**

El objetivo principal fue realizar una revisión sistemática sobre los efectos de los distintos tipos de abordajes terapéuticos para la mejora del equilibrio en niños y adolescentes con SD.

## **4. MATERIAL Y MÉTODOS**

### **4.1. DISEÑO DEL ESTUDIO**

Para poder realizar esta revisión sistemática sobre la eficacia de ejercicios en el equilibrio en niños y adolescentes con SD, se han seguido los criterios establecidos en la guía PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) (17).

### **4.2. ESTRATEGIA DE BÚSQUEDA**

Se realizaron búsquedas bibliográficas entre los meses de febrero y abril de 2025 en las siguientes bases de datos: Medline (Pubmed), Cochrane Library, Physiotherapy Evidence Database (PEDro) y Web of Science (WoS).

Las búsquedas se realizaron combinando los siguientes Medical Subject Headings (MeSH):

- Down Syndrome (MeSH)
- Postural balance (MeSH)
- Exercise (MeSH)
- Child (MeSH)
- Adolescent (MeSH)

Los términos MeSH anteriormente citados han sido combinados con los operadores booleanos AND y OR.

La estrategia de búsqueda utilizada en cada base de datos forma más detallada se muestra en el Anexo 1.

### **4.3. CRITERIOS DE INCLUSIÓN Y DE EXCLUSIÓN**

Para que los artículos fueran seleccionados, debían ajustarse a los criterios definidos mediante el modelo PICOS:

- Población: niños y adolescentes diagnosticados con SD.
- Intervención: programa de ejercicio.
- Comparación: otro tratamiento o no intervención.
- Resultados: relacionados con el equilibrio y/o estabilidad postural evaluados mediante prueba clínica o posturografía.
- Diseño del estudio: ensayos clínicos aleatorizados (ECAS).
- Lenguaje: estudios en inglés o español.
- Puntuación en la escala PEDro mayor o igual a 5.

Se excluyeron los estudios si:

- Pacientes diagnosticados de otro tipo de patologías.
- Textos con más de 10 años de antigüedad.

#### **4.4. EXTRACCIÓN Y SÍNTESIS DE DATOS**

De los artículos incluidos en esta revisión se extrajo la siguiente información: apellido del primer autor, año de publicación, país de donde se desarrolló el estudio, el tamaño y las características de la muestra, así como las intervenciones control y experimental. Además, se registraron los parámetros medidos en los diferentes estudios y se compararon los resultados obtenidos en el grupo intervención con los del grupo placebo.

#### **4.5. EVALUACIÓN DE CALIDAD METODOLÓGICA**

Para la evaluación de la calidad metodológica se utilizó la escala PEDro basada en la lista Delphi (18) desarrollada por Verhagen y colaboradores en el Departamento de Epidemiología, Universidad de Maastricht. Está compuesta por 11 criterios, los cuales se responde con un “sí” o “no”.

El criterio 1 corresponde a la validez externa, pero no se utiliza para el cálculo de la puntuación en la escala PEDro. Los criterios 2 al 9 corresponden a la validez interna, y los criterios 10 y 11 nos informan sobre la estadística para que los resultados sean interpretables.

La puntuación máxima alcanzable es de 10 puntos, que corresponde con una mayor calidad metodológica. Los resultados iguales o mayores a 7 se relacionan con una calidad metodológica alta, de 5-6 se considera aceptable, y puntuaciones menores o iguales a 4 se relaciona con una calidad metodológica pobre.

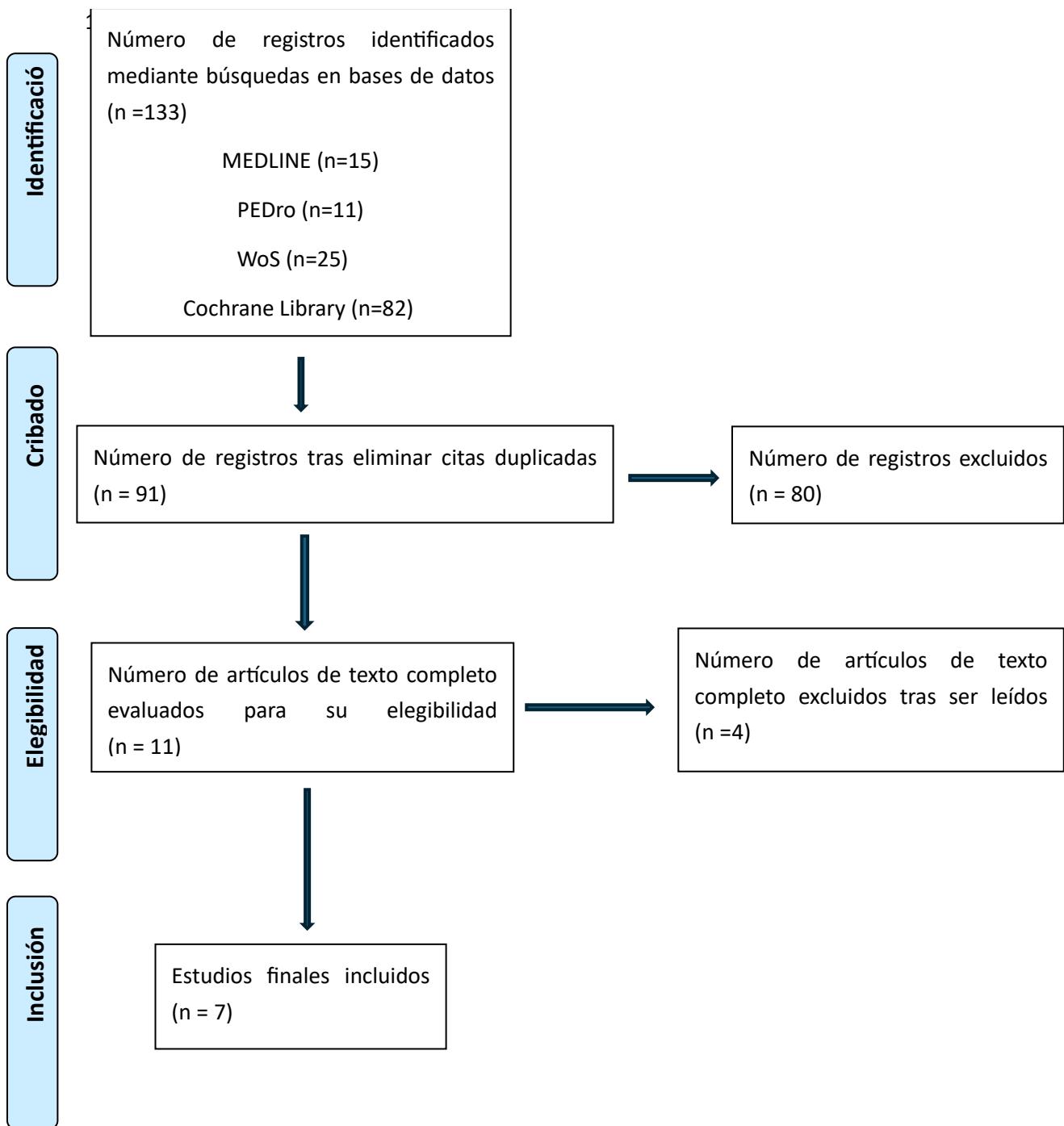
## **5. RESULTADOS**

### **5.1. SELECCIÓN DE LOS ESTUDIOS**

Tras realizar la búsqueda en cuatro bases de datos distintas, utilizando la estrategia de búsqueda previamente citada, se obtuvieron un total de 133 artículos, en Medline (Pubmed) 15 artículos, en Cochrane Library 82 artículos, en PEDro 11 artículos y en WoS 25 artículos.

De los mismos, se excluyeron 49 por estar duplicados, conservando un total de 91 artículos. Se revisó el título y el resumen de todos los estudios y se descartaron los que no cumplían los criterios de inclusión y exclusión anteriormente descritos, donde se seleccionaron 11 artículos. Tras la lectura completa de los restantes, se incluyeron un total de 7 artículos que cumplían todos los criterios. (Figura 1)

Figura 1. Diagrama de flujo de la búsqueda bibliográfica



## **5.2 CARACTERÍSTICA DE LOS ESTUDIOS**

En los 7 estudios incluidos en esta revisión, se examinaron un total de 232 participantes. El tamaño muestral de los estudios no mostró diferencias, los cuales oscilaban entre los 30 y 40 participantes.

En relación con el ejercicio físico analizado, 6 de los estudios incluidos (10,16,19–22) realizaron un programa de ejercicio físico estándar, donde incluía ejercicios de equilibrio, combinado con otro tipo de ejercicio (pilates, entrenamiento isocinético, plataforma de vibración, etc). Por otro lado, en 1 de los restantes (23), los participantes realizaron una danza india.

Con respecto al número de semanas de tratamiento de los estudios incluidos, también se observó variabilidad. En cuatro (10,16,20,22) de los estudios la intervención duró 12 semanas, en dos(19,23) de ellos duró 6 semanas, y el último estudio (21) duró 24 semanas. Los días de tratamiento fueron homogéneos en 5 de los estudios (16,19,21–23), siendo 3 días a la semana, en 1 de ellos (20) fue 2 días a la semana, y en el último (23) 3 veces al día. El tiempo de tratamiento de los estudios seleccionados oscila entre 30 a 90 minutos, siendo 60 minutos el tiempo más empleado.

El grupo control, en 5 de los 7 estudios (16,19–22), realiza un programa de ejercicio físico estándar. En 1 de los restantes (10), a parte del programa de ejercicio, se añade ejercicios de equilibrio; en el otro restante (23) el grupo control realiza ejercicios neuromusculares.

Atendiendo a las variables dependientes, 5 de los estudios (10,16,20–22) evaluaron el equilibrio a través del Biodeix Stability System (BSS) y 2 de ellos (19,23) lo evaluaron mediante la escala Pediatric Balance Scale (PBS). Los resultados de estos instrumentos de medida se reflejan en la Tabla 1.

Tabla 1. Tabla de Resultados.

Autor, Año de publicación y País	Participantes	Intervención y duración	Medida Resultados	Resultados
Eid et al. 2015 Egipto	30 niños diagnosticados con SD. Edad: 8 a 10 años. G1: n=15 G2: n=15	G1: Programa de ejercicio físico. 1 hora, 3 veces por semana durante 24 semanas.  G2: Programa de ejercicio físico + Whole-Body Vibration. 1 hora + 5-10 min, 3 veces por semana durante 24 semanas	BSS Dinamómetro de mano	+ +
Azab et al. 2022 Egipto	31 niños diagnosticados con SD. Edad: 7 a 9 años G1: n=15 G2: n=16	G1: programa de ejercicio físico. 45 min, 2 veces por semana durante 12 semanas.  G2: programa de ejercicio + trampoline-based stretch-shortening cycle. 45 min + 15 min, 2 veces por semana durante 12 semanas	BSS Dinamómetro de mano	+ +
Eid et al. 2017 Egipto	31 niños diagnosticados con SD. Edad: 9 a 12 años G1: n= 16 G2: n=15	G1: programa de ejercicio físico. 1 hora, 3 veces por semana durante 12 semanas  G2: programa de ejercicio físico + programa de entrenamiento isocinético 45 min + 15 min, 3 veces por semana durante 12 semanas	BSS Dinamómetro isocinético	+ +
Al-Nemr et al. 2024 Egipto	40 niños diagnósticos con SD. Edad: 8 a 10 años. G1: n=20 G2: n=20	G1: Programa de ejercicio físico. 90 min, 3 veces por semana durante 12 semanas.  G2: programa de ejercicio físico + ejercicio Pilates.	BSS BOT-2	+ +

		45 min + 45 min, 3 veces por semana durante 12 semanas.	PedsQL	+
Raghupathy et al. 2021 India	36 niños diagnosticados con SD. Edad: 6 a 10 años. G1: n= 18 G2: n=18	G1: ejercicio neuromuscular G2: Danza India Ambos 60 min, 3 veces al día durante 6 semanas	TGMD-2  FSST  PBS	++ + +
Kaya et al. 2023 Turquía	34 niños diagnosticados con SD: Edad: 4 a 14 años. G1: n= 17 G2: n= 17	G1: programa de ejercicios en casa 30 min, 3 veces a la semana durante 6 semanas  G2: programa de ejercicios en casa + Hipoterapia 30 min, 3 veces a la semana + 1 vez a la semana durante 6 semanas	PBS  TUG  WeeFIM	= = +
Nahla et al. 2022 Egipto	30 niños diagnosticados con SD. G1: n= 15 G2: n= 15	G1: programa de ejercicios físico + ejercicios de equilibrio 45 min + 15 min  G2: programa de ejercicio físico + estimulación vestibular mecánica 45 min + 15 min Ambos 1 hora, 3 veces por semana durante 12 semanas	BSS	=

**Abreviaturas:** G1: grupo control; G2: grupo intervención.

TGMD-2: Test of Gross Motor Development-2

+: El grupo de intervención logra una mejoría estadísticamente significativa respecto al grupo control.

FSST: Four Square Step Test

=: Sin diferencias estadísticamente significativas con el grupo control.

TUG: Time Up and Go

BSS: Biodex Stability System

WeeFIM: Functional Independence Measure for Children

BOT-2: Bruininks-Oseretsky of Motor Proficiency

PedsOl: Pediatric quality of life inventory

### 5.3 CALIDAD METODOLÓGICA

Cuatro estudios seleccionados mostraron una calidad metodológica alta, obteniendo una puntuación en la escala PEDro mayor o igual a 7, y tres una calidad metodológica moderada, con puntuaciones de 6 y 5, tal como se muestra en la Tabla 2.

Uno de los aspectos más destacados que se puede apreciar en todos los artículos es que llevaron a cabo la asignación aleatoria y oculta de todos los pacientes, y todos los grupos fueron similares al inicio del estudio. Todos presentan el análisis estadístico legible con comparaciones estadísticas entre grupos para los resultados clave, además todos presentan medidas puntuales y de variabilidad de uno o más resultados clave.

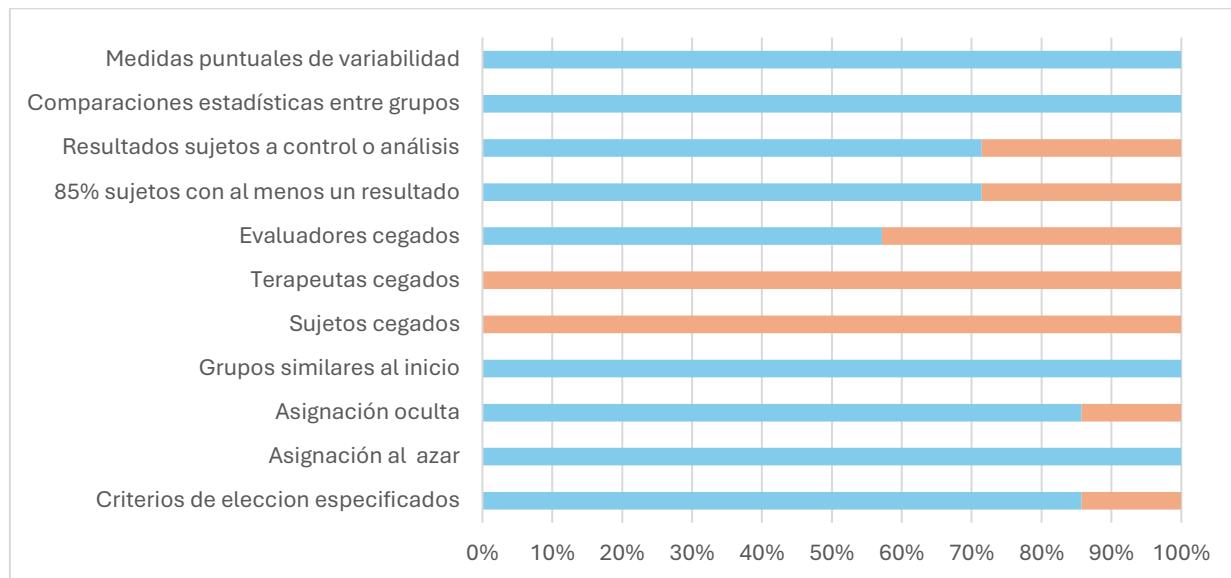
No obstante, se observa que ningún estudio consiguió realizar un correcto cegamiento de los sujetos y los terapeutas.

Tabla 2. Calidad Metodológica de los Estudios. Escala PEDro.

Autor	Ítems											Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
Eid	Sí	Sí	Sí	Sí	No	No	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	8/10
Azab et al.	Sí	Sí	Sí	Sí	No	No	Sí	Sí	No	Sí	Sí	7/10
Eid et al	Sí	Sí	Sí	Sí	No	No	Sí	Sí	No	Sí	Sí	7/10
Al-Nemr et al.	No	Sí	Sí	Sí	No	No	Sí	No	No	Sí	Sí	6/10
Raghupathy et al.	Sí	Sí	Sí	Sí	No	No	No	Sí	Sí	Sí	Sí	7/10
Kaya et al.	Sí	Sí	No	Sí	No	No	No	Sí	No	Sí	Sí	5/10
Nahla et al.	Sí	Sí	Sí	Sí	No	No	No	No	No	Sí	Sí	5/10

1. Los criterios de selección fueron especificados.
2. Los sujetos fueron asignados al azar a los grupos.
3. La asignación fue oculta.
4. Los grupos fueron similares al inicio.
5. Todos los sujetos fueron cegados.
6. Todos los terapeutas fueron cegados.
7. Todos los evaluadores fueron cegados.
8. Las medidas de al menos uno de los resultados clave fueron obtenidas de más del 85% de los sujetos inicialmente asignados a los grupos
9. Se presentaron resultados de todos los sujetos que recibieron el tratamiento o fueron asignados al grupo control, o cuando esto no pudo ser, los datos para al menos un resultado clave fueron analizados por “intención de tratar”.
10. Los resultados de comparaciones estadísticas entre grupos fueron informados para al menos un resultado clave.
11. El estudio proporciona medidas puntuales y de variabilidad para al menos un resultado clave.

Figura 2. Riesgo de sesgo presentado según los criterios cumplidos en la escala PEDro.



## 6. DISCUSIÓN

El objetivo principal del presente Trabajo Fin de Grado fue analizar la eficacia de distintos programas de ejercicio físico en la mejora del equilibrio en niños y adolescentes con SD. Los resultados de la presente revisión muestran que en 5 de los 7 estudios incluidos (16,20–23), tras realizar la intervención se observaron mejoras significativas en el equilibrio respecto a los datos previos, lo que refuerza la importancia de incorporar la actividad física como estrategia terapéutica en esta población.

Respecto a las características de los estudios incluidos, la edad de los participantes abarcó desde los 4 hasta los 14 años, siendo más frecuente el rango de 7 a 10 años (16,20–23). La elección de esta franja de edad puede deberse a la posibilidad de poder aplicar intervenciones estructuradas con mayor adherencia. No obstante, sería interesante ampliar los estudios en adolescentes, ya que en esta etapa el control motor y la participación social cobran mayor relevancia (24). La duración, frecuencia y tiempo de los estudios analizados son muy dispersos, sin embargo, aquellos que aplicaron programas de 12 semanas, con una frecuencia mínima de 3 sesiones semanales y duraciones de 60 minutos por sesión, tendieron a mostrar mejores resultados en el equilibrio de los participantes (16,20–22), salvo en un estudio, que, con esta misma intervención, no mostró mejoras (10). Este tipo de formato promueve mejoras en el desarrollo motor de niños con discapacidad neuromotora o dificultades en el control postural según muestra la literatura científica (25).

Un aspecto que destacar es la variabilidad de enfoques terapéuticos empleados desde programas tradicionales de fisioterapia hasta métodos alternativos. Esta diversidad demuestra que el equilibrio puede mejorarse mediante múltiples vías, siempre y cuando la intervención esté adaptada a las características de cada niño. Aunque en algunos estudios combinan el ejercicio tradicional con componentes sensoriomotores adicionales (vibración, trampolín, etc.) y se asoció a mejoras significativas (16,20–22), resultados que coinciden con otras investigaciones previas como los de Gupta et al. (26) donde muestra que la eficacia de los ejercicios de fuerza junto con entrenamiento de equilibrio es beneficioso, no puede establecerse una norma general. En otros casos, a pesar de incluir este tipo de combinaciones no se observaron diferencias significativas (10,19), lo que podría atribuirse a la corta duración o al tipo de actividad propuesta, mientras que intervenciones basadas únicamente en un programa alternativo mostraron resultados positivos (23).

En relación con las herramientas de valoración empleadas, el uso de escalas objetivas como el BSS y la PBS permitió obtener datos cuantificables del progreso. De los cinco estudios que utilizaron la BSS, cuatro de ellos encontraron mejoras estadísticamente significativas (16,20–22) y en el caso de la PBS, solo fue utilizada en dos estudios, uno mostró mejoras (23) y el otro no (10). La mayoría de los estudios utilizaron el BSS, lo que favorece la comparación de los resultados. No obstante, sería recomendable incluir otras medidas complementarias como escalas de participación o calidad de vida.

La evaluación metodológica de los estudios incluidos mostró en su mayoría una calidad moderada a alta según la escala PEDro. La principal debilidad detectada fue la imposibilidad de realizar el cegamiento de participantes y terapeutas, una limitación frecuente en ensayos clínicos sobre fisioterapia (27).

A pesar de todo esto, el presente Trabajo Fin de Grado presenta una serie de limitaciones entre las que destaca la heterogeneidad de los protocolos de intervención, la cual dificulta la comparación directa entre estudios y la posibilidad de establecer un protocolo común o pautas unificadas. También es considerable los idiomas de elección que fueron tanto el inglés como el español, pero se descartaron otras lenguas que podrían haber sido de interés. Ninguno de los estudios evalúo el impacto a largo plazo, lo que impide conocer la duración de los efectos obtenidos. Tampoco se abordaron variables psicosociales como la motivación, la autoestima o la participación social, aspectos fundamentales en la población infantil con SD tal y como señala el estudio de McConey et al. (28), el cual destaca la importancia del contexto familiar y educativo.

A pesar de ello, se aprecia una tendencia positiva general que respalda el uso del ejercicio como estrategia terapéutica.

A nivel práctico, los resultados de esta revisión respaldan la necesidad de integrar programas de ejercicio físico en personas con SD, especialmente en edades tempranas. Estos programas no solo mejoran el equilibrio, sino que también se podría ampliar el enfoque a otras variables como la autoestima, la interacción social y la calidad de vida de los pacientes (29).

En investigaciones futuras, sería recomendable diseñar estudios con muestras más amplias, metodologías más homogéneas y un seguimiento a medio y largo plazo que permita evaluar la permanencia de los beneficios obtenidos. Asimismo, sería de interés incluir otro tipo de variables complementarias como la motivación, la adherencia al tratamiento o los efectos psicosociales de las intervenciones.

## **7. CONCLUSIÓN**

Los resultados de esta revisión sistemática presentan que los programas de ejercicio físico tienen eficacia sobre el equilibrio en niños y adolescentes con SD.

Al combinar ejercicios de equilibrio con otras modalidades como vibración corporal, pilates, o danza, resulta eficaz para abordar dificultades motoras asociadas a esta condición. Los beneficios no solo se observan en el equilibrio, sino que también contribuye a mejorar la calidad de vida y fuerza de estos niños y adolescentes.

A pesar de los buenos resultados, se identifican limitaciones metodológicas como la variabilidad en los protocolos de intervención y la imposibilidad de realizar un cegamiento completo. Esto demuestra la necesidad de seguir investigando con diseños más estandarizados, así como ampliar el enfoque a más variables relevantes como la participación social.

En conclusión, esta revisión resalta el valor como herramienta terapéutica en el abordaje del equilibrio en niños y adolescentes con SD, y refuerza la importancia de integrar programas de actividad física en el entorno clínico.

## 8. BIBLIOGRAFÍA

1. Síndrome de Down: Información sobre el problema | NICHD Español [Internet]. [cited 2025 Apr 18]. Available from: <https://espanol.nichd.nih.gov/salud/temas/down/informacion#f1>
2. Síndrome de Down: MedlinePlus Genética [Internet]. [cited 2025 Apr 18]. Available from: <https://medlineplus.gov/genetics/condition/down-syndrome/>
3. Down Syndrome | Birth Defects | CDC [Internet]. [cited 2025 Apr 18]. Available from: <https://www.cdc.gov/birth-defects/about/down-syndrome.html>
4. Bull MJ, Saal HM, Braddock SR, Enns GM, Gruen JR, Perrin JM, et al. Health supervision for children with Down syndrome. *Pediatrics* [Internet]. 2011 Aug 1 [cited 2025 Apr 18];128(2):393–406. Available from: [/pediatrics/article/128/2/393/30609/Health-Supervision-for-Children-With-Down-Syndrome](https://pediatrics.aappublications.org/article/128/2/393/30609/Health-Supervision-for-Children-With-Down-Syndrome)
5. Cabeza-Ruiz R, García-Massó X, Centeno-Prada RA, Beas-Jiménez JD, Colado JC, González LM. Time and frequency analysis of the static balance in young adults with Down syndrome. *Gait Posture*. 2011 Jan 1;33(1):23–8.
6. Vicari S. Motor development and neuropsychological patterns in persons with Down syndrome. *Behav Genet* [Internet]. 2006 May 28 [cited 2025 Apr 18];36(3):355–64. Available from: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10519-006-9057-8>
7. Martin GE, Klusek J, Estigarribia B, Roberts JE. Language characteristics of individuals with Down syndrome. *Top Lang Disord* [Internet]. 2009 Apr [cited 2025 Apr 18];29(2):112. Available from: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC2860304/>
8. United Nations. Día Mundial del Síndrome de Down | Naciones Unidas [Internet]. [cited 2025 Apr 18]. Available from: <https://www.un.org/es/observances/down-syndrome-day>
9. Tasa de población con discapacidad que tiene diagnosticadas determinadas enfermedades crónicas según la enfermedad por CCAA y sexo [Internet]. [cited 2025 Apr 18]. Available from: <https://www.ine.es/jaxi/Datos.htm?path=t15/p418/a2008/hogares/p02/modulo1/l0/&file=04028.px>
10. Nahla MI, El-Sayed SE, Ragaa AEE, El Ghafar AEHAA. Mechanical vestibular stimulation versus traditional balance exercises in children with Down syndrome. *Afr Health Sci* [Internet]. 2022 [cited 2025 May 9];22(1):377–83. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36032439/>
11. Cano de la Cuerda R, Collado Vázquez S. Neurorrehabilitación: métodos específicos de valoración y tratamiento. 3rd ed. España: Editorial Médica Panamericana; 2012.
12. Duclos N, Duclos C, Mesure S. Control postural: fisiología, conceptos principales e implicaciones para la readaptación. *EMC - Kinesiterapia - Medicina Física* [Internet]. 2017 Apr 1 [cited 2025 May 27];38(2):1–9. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1293296517836628?via%3Dihub>
13. Shumway-Cook A, Woollacott MH. Control motor: de la investigación a la práctica clínica. 5th ed. Barcelona: Wolters Kluwer; 2019.

14. Arnold BL, Schmitz RJ. Examination of balance measures produced by the Bidex Stability System. *J Athl Train* [Internet]. 1998 Oct [cited 2025 Apr 18];33(4):323. Available from: <https://PMC1320582/>
15. Franjoine MR, Gunther JS, Taylor MJ. Pediatric balance scale: a modified version of the Berg balance scale for the school-age child with mild to moderate motor impairment. *Pediatr Phys Ther* [Internet]. 2003 Jun [cited 2025 Apr 18];15(2):114–28. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17057441/>
16. Eid MA, Aly SM, Huneif MA, Ismail DK. Effect of isokinetic training on muscle strength and postural balance in children with Down's syndrome. *Int J Rehabil Res* [Internet]. 2017 [cited 2025 May 9];40(2):127–33. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28146007/>
17. Yepes-Nuñez JJ, Urrútia G, Romero-García M, Alonso-Fernández S. Declaración PRISMA 2020: una guía actualizada para la publicación de revisiones sistemáticas. *Rev Esp Cardiol* [Internet]. 2021 Sep 1 [cited 2025 May 6];74(9):790–9. Available from: <https://www.revespcardiol.org/es-declaracion-prisma-una-guia-actualizada-articulo-S0300893221002748>
18. Verhagen AP, De Vet HCW, De Bie RA, Kessels AGH, Boers M, Bouter LM, et al. The Delphi list: a criteria list for quality assessment of randomized clinical trials for conducting systematic reviews developed by Delphi consensus. *J Clin Epidemiol* [Internet]. 1998 Dec 1 [cited 2025 May 27];51(12):1235–41. Available from: <https://www.jclinepi.com/action/showFullText?pii=S0895435698001310>
19. Kaya Y, Saka S, Tuncer D. Effect of hippotherapy on balance, functional mobility, and functional independence in children with Down syndrome: randomized controlled trial. *Eur J Pediatr* [Internet]. 2023 Jul 1 [cited 2025 May 9];182(7):3147–55. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37186034/>
20. Azab AR, Mahmoud WS, Basha MA, Hassan SM, Morgan EN, Elsayed AE, et al. Distinct effects of trampoline-based stretch-shortening cycle exercises on muscle strength and postural control in children with Down syndrome: a randomized controlled study. *Eur Rev Med Pharmacol Sci* [Internet]. 2022 [cited 2025 May 9];26(6):1952–62. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35363345/>
21. Eid MA. Effect of whole-body vibration training on standing balance and muscle strength in children with Down syndrome. *Am J Phys Med Rehabil* [Internet]. 2015 Aug 21 [cited 2025 May 9];94(8):633–43. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25299536/>
22. Al-Nemr A, Reffat S. Effect of Pilates exercises on balance and gross motor coordination in children with Down syndrome. *Acta Neurol Belg* [Internet]. 2024 Oct 1 [cited 2025 May 9];124(5). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38558387/>
23. Raghupathy MK, Divya M, Karthikbabu S. Effects of traditional Indian dance on motor skills and balance in children with Down syndrome. *J Mot Behav* [Internet]. 2022 [cited 2025 May 9];54(2):212–21. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34233594/>
24. Hui L, Wei S, Luping Q, Nannan G. Developing the optimal gross movement interventions to improve the physical fitness of 3–10 year-old children: a systematic review and meta-analysis. *Front Psychol*. 2024 Oct 1;15:1355821.

25. Gupta S, Rao BK, Sd K. Effect of strength and balance training in children with Down's syndrome: a randomized controlled trial. *Clin Rehabil* [Internet]. 2011 May [cited 2025 May 10];25(5):425–32. Available from: [/doi/pdf/10.1177/0269215510382929?download=true](https://doi/pdf/10.1177/0269215510382929?download=true)
26. McConkey R, Dowling S, Hassan D, Menke S. Promoting social inclusion through unified sports for youth with intellectual disabilities: a five-nation study. *J Intellect Disabil Res* [Internet]. 2013 Oct [cited 2025 Jun 12];57(10):923–35. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22672339/>
27. Armijo-Olivo S, Fuentes J, Da Costa BR, Saltaji H, Ha C, Cummings GG. Blinding in physical therapy trials and its association with treatment effects: a meta-epidemiological study. *Am J Phys Med Rehabil.* 2017;96(1):34–44 [cited 2025 Jun 15]. Available from: [https://journals.lww.com/ajpmr/fulltext/2017/01000/blinding\\_in\\_physical\\_therapy\\_trials\\_and\\_its.5.aspx](https://journals.lww.com/ajpmr/fulltext/2017/01000/blinding_in_physical_therapy_trials_and_its.5.aspx)
28. McConkey R, Dowling S, Hassan D, Menke S. Promoting social inclusion through unified sports for youth with intellectual disabilities: a five-nation study. *J Intellect Disabil Res.* 2013;57(10):923–35 [cited 2025 Jun 12]. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22672339/>
29. Muñoz-Llerena A, Ladrón-de-Guevara L, Medina-Rebolledo D, Alcaraz-Rodríguez V. Impact of physical activity on autonomy and quality of life in individuals with Down syndrome: a systematic review. *Healthcare.* 2024;12(2):181 [cited 2025 Jun 15]. Available from: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10815496/>

## 9. ANEXOS

Tabla 3. Estrategias de búsqueda.

Medline (Pubmed)	("Down Syndrome"[Mesh]) AND ("Postural Balance"[Mesh] OR balance OR "postural control" OR "postural sway" OR "postural stability" OR "postural instability" OR "postural adaptation" OR "postural performance" OR "postural perturbation" OR posture) AND ("Exercise"[Mesh] OR intervention OR "physical activity" OR physiotherapy OR program OR rehabilitation OR sport OR training OR treatment) AND ("Child"[Mesh] OR "Adolescent"[Mesh] OR youth)
Cochrane Library	(Down Syndrome) AND (Postural Balance OR balance OR postural control OR postural sway OR postural stability OR postural instability OR postural adaptation OR postural performance OR postural perturbation OR posture) AND (Exercise OR intervention OR physical activity OR physiotherapy OR program OR rehabilitation OR sport OR training OR treatment) AND (child OR children OR adolescent OR youth)
PEDro	Down syndrome AND balance
Web of science	TS=("Down Syndrome") AND TS=("Postural Balance" OR balance OR "postural control" OR "postural sway" OR "postural stability" OR "postural instability" OR "postural adaptation" OR "postural performance" OR "postural perturbation" OR posture) AND TS=("Exercise" OR intervention OR "physical activity" OR physiotherapy OR program OR rehabilitation OR sport OR training OR treatment) AND TS=("child" OR "children" OR "adolescent" OR "youth")