

**UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ DE ELCHE**

**FACULTAD DE MEDICINA**

**TRABAJO FIN DE GRADO**

**GRADO EN FISIOTERAPIA**



**EFFECTO DE LAS DISTINTAS TERAPIAS  
FÍSICAS SOBRE EL EQUILIBRIO EN NIÑOS  
CON SÍNDROME DE DOWN**

AUTOR: Almagro Sánchez, Julia

TUTOR: Ivorra Vilaplana, Lorena María

Departamento: Salud Pública, Historia de la ciencia y ginecología Curso

académico: 2023-2024

Convocatoria de JUNIO



# ÍNDICE

<b>1. RESUMEN Y PALABRAS CLAVE .....</b>	<b>4</b>
<b>2. ABSTRACT AND KEYWORDS.....</b>	<b>5</b>
<b>3. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>6</b>
3.1 SÍNDROME DE DOWN .....	6
3.2 EQUILIBRIO .....	8
<b>4. OBJETIVOS .....</b>	<b>10</b>
<b>5. MATERIAL Y MÉTODO.....</b>	<b>11</b>
<b>6. RESULTADOS.....</b>	<b>12</b>
<b>8. CONCLUSIÓN.....</b>	<b>22</b>
<b>9. ANEXOS .....</b>	<b>23</b>
<b>10. BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>28</b>

## 1. RESUMEN Y PALABRAS CLAVE

**Introducción:** El síndrome de Down (SD) es un trastorno genético causado por la presencia de un cromosoma 21 extra. Con una incidencia de 1 por cada 1000 niños nacidos vivos a nivel mundial. Las personas con SD presentan ciertos rasgos físicos y motores característicos, como hipotonía muscular, hiperlaxitud y una baja fuerza y resistencia muscular.

**Objetivos:** El objetivo principal es determinar la eficacia de las distintas terapias de fisioterapia sobre el equilibrio en niños con SD. Así como describir las escalas más frecuentemente utilizadas para la evaluación del equilibrio y nuevas tecnologías que pueden ser utilizadas para la adquisición de nuevas habilidades motoras.

**Material y método:** Se ha realizado una búsqueda bibliográfica utilizando Pubmed y bases de datos EMBASE, Scopus y Cochrane Library. Se han seleccionado ensayos clínicos publicados en los últimos 10 años, la población a estudio son niños con SD, entre los 3-18 años y estuvieran en inglés o en español. Excluyendo aquellos artículos que no cumplieran con estos criterios.

**Resultados:** Se incluyeron 7 estudios con entrenamientos enfocados en una mejora del equilibrio en niños con SD. Como es el entrenamiento vestibular o Pilates, entre otros. Los cuatro métodos de medición del equilibrio descritos son el sistema BIODEX, el software ROMBERGLAB, el sistema BOT-2 y la escala Berg. En [5,11,18] artículos se encontraron mejoras significativas en los tres índices de equilibrio evaluados.

**Conclusiones:** El tratamiento fisioterapéutico en combinación con las terapias físicas estudiadas mejoran el equilibrio en niños con SD.

**Palabras clave:** Fisioterapia; Terapia física; Síndrome de Down; niños; Equilibrio.

## 2. ABSTRACT AND KEYWORDS

**Introduction:** Down syndrome (DS) is a genetic disorder caused by the presence of an extra chromosome 21. With an incidence of 1 per 1000 live births worldwide. People with DS present certain characteristic physical and motor features, such as muscle hypotonia, hypermobility, and low muscle strength and endurance.

**Objective:** The main objective is to determine the effectiveness of different physiotherapy therapies on balance in children with DS. As well as describing the most frequently used scales for the evaluation of balance and new technologies that can be used for the acquisition of new motor skills.

**Material and methods:** A bibliographic search was carried out using Pubmed and EMBASE, Scopus and Cochrane Library databases. Clinical trials published in the last 10 years have been selected. The study population is children with DS, between 3-18 years old and they were in English or Spanish. Excluding those articles that did not meet these criteria.

**Results:** Seven studies were included with training focused on improving balance in children with DS. Such as vestibular training or Pilates, among others. The four balance measurement methods described are the BIODEX system, ROMBERGLAB software, the BOT-2 system, and the Berg scale. In [5,11,18] articles, significant improvements were found in the three balance indices evaluated.

**Conclusion:** Physiotherapeutic treatment in combination with the physical therapies studied improve balance in children with DS.

**Keywords:** Physical therapy; Physiotherapy; Down syndrome; Children; Balance.

## 3. INTRODUCCIÓN

### 3.1 SÍNDROME DE DOWN

#### *Definición*

El síndrome de Down (SD) es la causa genética más reconocible de discapacidad intelectual. Es un trastorno cromosómico causado por la presencia adicional del cromosoma 21. Este cromosoma extra puede estar presente de manera total o parcial. El SD representa un 91% de los trastornos genéticos. Rondan varias causas, como puede ser la susceptibilidad genética, alteraciones cromosómicas o factores asociados a alteraciones endocrinas [1,2,3,4,5].

#### *Etiología*

Las personas sin SD tienen 46 cromosomas de manera normal, pero las personas con SD presentan una copia adicional del cromosoma 21, conteniendo 47 cromosomas. Dicha anomalía cromosómica desencadena características físicas y del desarrollo predominantes en personas con SD. Se estima que un 95% de los casos son por una **trisomía 21**, es decir cuando hay una no disyunción meiótica o por que durante la formación de los gametos ha habido un error en la división celular. Un 5% de los casos por una **translocación** del cromosoma 21, donde el cromosoma 21 adicional se une al cromosoma 13,14,15 o 21, siendo la unión del cromosoma 21 con el cromosoma 14 la más común. Y un 1% de los casos por **mosaicismo somático**, con una línea celular normal y una línea celular trisómica, con dos o más líneas celulares que son distintas. Siendo estos últimos casos los que tienden a tener un fenotipo más leve [1,5].

#### *Calidad de vida*

En los últimos años se ha producido un aumento de la supervivencia o una mayor esperanza de vida en las personas con SD de hasta un 88%. Esto se debe a que reciben una mayor atención y tratamiento de manera temprana. [6]

### ***Incidencia***

Con una incidencia de 1 por cada 1000 o 1200 niños nacidos vivos por año según la Organización Mundial de la Salud (OMS). Siendo un factor de riesgo, la edad avanzada de la madre, conforme avanza la edad materna hay un mayor riesgo de gestar un bebe con SD [1,3,5].

### ***Manifestaciones clínicas***

El diagnóstico del SD puede realizarse de manera prenatal o postnatal, se puede confirmar con un análisis del cariotipo. No suele presentar mayor dificultad, excepto en casos concretos como en niños prematuros o en los casos de mosaicismo, con un fenotipo más leve. Precizando cada caso unas necesidades médicas distintas [1,3].

Dicha anomalía cromosómica, desencadena alteraciones como: un deterioro del sistema nervioso, trastornos del sistema músculo-esquelético, anomalías congénitas cardíacas y digestivas, estrechamiento de las vías respiratorias, obesidad que puede ir asociada al hipotiroidismo o por una deficiente tasa metabólica basal. Demencia y mala calidad del sueño [1,3,5]

Hay ciertas características de la apariencia física que son puntos claves para su diagnóstico [1]:

- Braquicefalia, con el occipucio plano y la fontanela abierta.
- Perfil facial plano.
- Macroglosia y boca pequeña, provocará una mayor dificultad en el desarrollo del habla.
- Orejas pequeñas y bajas.
- Cuello corto y ancho.
- Manos y dedos más anchos.
- Aumento del espacio entre el primer y segundo dedo.

Los niños con SD, tienen un retraso a la hora de conseguir ciertas habilidades motoras, como puede ser el gateo o la marcha, si se comparan con niños con un desarrollo motor dentro de la normalidad. Los niños con SD poseen una disminución de la capacidad de adaptación de las habilidades motoras a distintas situaciones, realizándolas con una mayor lentitud perceptivo-motora y una menor eficacia,

debido a la dificultad que presentan para integrar la información para reaccionar a las respuestas adaptativas al entorno. Existe relación en la adquisición de las habilidades motoras con el deterioro propioceptivo, de coordinación motora, de la integración sensoriomotora y de la disminución del tiempo de reacción. Sufriendo una afectación en sus habilidades de manera independiente y además restringiendo la realización de actividades de vida diaria [5,7,8,9].

La deficiencia motora tiene relación directa con la hipotonía muscular, la hiperlaxitud de los ligamentos, la baja fuerza muscular, baja resistencia muscular. Además, presentan ineficacia a la hora de realizar la co-contracción de los músculos agonistas y antagonistas y gran dificultad para mantener el control postural y el equilibrio. Sobretudo, en los miembros inferiores, pero producen por ende una alteración en el movimiento de miembros superiores también. Con una falta de fuerza en abductores de cadera o extensores de rodilla. Concluyendo en una menor participación en actividades sociales y desencadenando un mayor riesgo de caídas y afectando así de manera negativa sobre su desarrollo personal [7,11,12,13,14].

Presentan los lóbulos frontal, occipital y temporal de menor tamaño al igual que el cuerpo caloso, cerebelo y tronco encefálico, además de una maduración cerebelosa tardía. Todas estas anomalías cerebrales desencadenan en alteraciones a nivel psicomotor. Como, por ejemplo, el pequeño tamaño del cuerpo caloso influye en alteraciones relacionadas con el equilibrio; la falta de maduración del cerebelo influye en la hipotonía muscular, en alteraciones a la hora mantener el control de tronco, del equilibrio o de la coordinación [15,16].

### **3.2 EQUILIBRIO**

La Real Academia Española define el equilibrio como “El estado de un cuerpo cuando fuerzas encontradas que obran en él se compensan destruyéndose mutuamente” [17].

El equilibrio se conoce como la capacidad de mantener el cuerpo en equilibrio o mantener el centro de gravedad en la base de apoyo para mantener una posición en estabilidad y evitar caídas [10].



Nos encontramos frente a una ineficacia a la hora de realizar la co-contracción de la musculatura, que deriva en variaciones del equilibrio. Por lo que las personas con SD realizan movimientos frente a esta alteración del equilibrio y poder volver a la normalidad, realizando movimientos de los segmentos corporales, para reubicarlos o se ajusta el ancho de la base de apoyo como con un paso simplemente, con un mayor balanceo en los ejes antero-posterior o medial-lateral. Y de esta manera poder mantener tanto el equilibrio dinámico como el estático. En niños con SD las reacciones posturales son más lentas e ineficaces para volver a la posición de equilibrio. Afectando de manera directa en actividades como estar de pie o la marcha [2,7,10,13].



## 4. OBJETIVOS

### → OBJETIVO PRINCIPAL

- Determinar la eficacia de las distintas terapias de fisioterapia en el equilibrio en niños con SD

### → OBJETIVO ESPECÍFICO

- Describir las escalas del equilibrio utilizadas con mayor frecuencia para evaluar el equilibrio en niños con SD
- Encontrar nuevas tecnologías utilizadas para la adquisición de nuevas habilidades motoras en niños con SD.



## 5. MATERIAL Y MÉTODO

He conseguido la aprobación de la Oficina De Investigación Responsable De La Universidad Miguel Hernández De Elche, con el código COIR: **TFG.GFILLMIV.JAS.240214**

Se ha realizado una revisión bibliográfica de ensayos clínicos en español o inglés, con una antigüedad como máximo de 10 años. Nos centramos en personas con Síndrome de Down, con edades comprendidas entre los 3 y los 18 años a los que se les ha empleado distintos tipos de entrenamientos de actividad física para poder ver el efecto que estos tienen sobre el equilibrio en estos niños.

Se han definido los siguientes *criterios de inclusión*:

- Los estudios que se han seleccionado, para hacer la comparación han sido estudios experimentales o cuasiexperimentales.
- La población a estudio de los ensayos son niños con SD entre 3-18 años.
- El límite temporal establecido es de diez años hasta la actualidad.
- Se han incluido artículos que tuvieran como objetivo la mejora del equilibrio en niños con SD.

Los *criterios de exclusión* que se han tenido en cuenta han sido:

- Los estudios que fueran revisiones sistemáticas o metaanálisis
- Participantes que fueran mayores de 18 años o que fueran niños sin SD.

### **Términos de búsqueda:**

Las palabras claves que se han utilizado para realizar la búsqueda han sido: “physiotherapy”, ”physical therapy”, “Down Syndrome”, “balance”, “training”, “children”. Lo combinamos con el operador booleano “AND y “OR”.

La búsqueda con estas palabras clave la realizamos en PUBMED, Cochrane Library, Scielo o PEDro.

## 6. RESULTADOS

Se han encontrado un total de 72 artículos, de los cuales tras revisar el resumen y aplicar los criterios de inclusión y exclusión quedan cinco ensayos controlados aleatorios, un ensayo clínico y un estudio cuasiexperimental (Figura 1).

La edad de los participantes en los estudios ha sido de entre 4 y 12 años. Con una media de participantes en los ensayos clínicos de 30-40 niños con SD.

El resumen de los resultados se encuentra en la *Tabla 2*.

Los tratamientos descritos con mayor frecuencia en los artículos seleccionados fueron: fisioterapia tradicional y los entrenamientos de estabilidad central, en tapiz rodante, isocinético, de estimulación vestibular, con ejercicios de estiramiento/acortamiento, vibratorio, con realidad virtual y de pilates.

En los artículos seleccionados, se distinguen cuatro métodos para la evaluación del equilibrio: sistema de equilibrio BIODEX [9,10,11,12,15,18]. El software ROMBERGLAB [2]. La escala del equilibrio BOT-2 ("Bruininks-Oseretsky Test of Motor Proficiency") [18] y escala de BERG [15].

Para comprender mejor los resultados, a continuación, se explican brevemente los métodos de medición:

- El **sistema de equilibrio BIODEX (SEB)** es un dispositivo utilizado para la evaluación objetiva del equilibrio estático y dinámico, que permite el libre movimiento en las direcciones medial-lateral (ML) y anterior-posterior (AP). Este sistema realiza el cálculo del equilibrio dinámico, que cuenta con: índice de estabilidad medial-lateral (IML), antero-posterior (IAP) y el equilibrio general (IG). El SEB está formado por una plataforma con forma circular, con libertad de movimiento. Consta con una pantalla donde se transmite información visual de la inclinación al niño, debiendo el niño mantenerse en el centro de la plataforma para una mejor puntuación del equilibrio. Se puede añadir mayor o menor nivel de

estabilidad sobre la plataforma añadiendo resistencia a la misma. Consta de 8 niveles, siendo el 8 el nivel más estable y el 1 el más inestable, a mayor puntuación peor equilibrio [10,12,13,19].

- El **Software Romberglab** es un sistema de evaluación del equilibrio que se encarga de medir el desplazamiento y de procesar las fuerzas para conseguir el área del centro de presión, de dos maneras, con ojos abiertos (OA) y ojos cerrados (OC). Para poder realizar una prueba del equilibrio deberemos tener en cuenta que sistemas van a participar a la hora de tener un correcto control postural. Deberemos tener en cuenta el sistema visual, el somatosensorial y el vestibular. En esta prueba el paciente deberá de quedarse en bipedestación, creando un ángulo con los pies de unos 45°, manteniendo dicha postura unos 40 segundos. Se realizará unas 3 veces, quedándonos con el intento con mejor puntuación. Se realizará sobre una superficie firme con los OA, en una superficie firme con los OC, sobre una superficie más inestable con los OA y después con los OC. [2,20]

- El **sistema de medición BOT-2** es una evaluación estandarizada de las habilidades motoras finas (coordinación manual) y gruesas (funciones corporales) en niños entre los 4 y 21 años, con una dificultad de coordinación motora de leve a moderada. Creado para el diagnóstico de un deterioro motor en el paciente, para pruebas que ayuden a una detección, para investigación y para realizar una evaluación del entrenamiento motor. Está formado por 8 niveles con 53 ítems cada uno, con una duración total de una hora. En este caso nos vamos a centrar en la motricidad gruesa, valorando los ítems de fuerza y agilidad (utilizados en la marcha) y los ítems de coordinación [18,21,22].

- La **escala de Berg** es una herramienta utilizada con el objetivo de medir el equilibrio funcional, dirigida para una población con una media de 73 años, pero también es utilizada para personas con afectaciones neurológicas. Consta de 14 tareas, puntuadas de 0-4, siendo el 0 no puede realizar la tarea y 4 realiza la tarea de manera independiente. La puntuación máxima de la prueba es 56 puntos. Cada tarea va a constar con un grado distinto de dificultad. Se realizan de tres maneras distintas, en sedestación, bipedestación y dinámica. Tendrá una duración de 15-20 minutos. [15,23]

A continuación, presentamos los distintos resultados obtenidos, agrupados en los cuatro métodos utilizados:

#### MEDICIÓN CON BIODEX [19]

##### ➤ ENTRENAMIENTO DE ESTABILIDAD CENTRAL Y CINTA RODANTE [15]

Este estudio realiza una evaluación del equilibrio dividiendo a la población seleccionada en 3 grupos. El grupo A cuenta con un programa de fisioterapia convencional (PFC), el grupo B cuenta con PFC junto con un programa en cinta rodante y el programa C cuenta con PFC junto con un programa de estabilidad central.

Con dosificación de tres veces a la semana durante ocho semanas.

Se ha comparado el IG antes y después de los tratamientos de los grupos. Encontramos una mejora significativa en los grupos B y C con respecto al grupo A tras el tratamiento. Obteniendo un aumento de la estabilidad general. Sin existir diferencias significativas entre los grupos B y C.

##### ➤ ENTRENAMIENTO ISOCINÉTICO [12]

Este estudio realiza una evaluación del efecto del entrenamiento basado en ejercicios isocinéticos sobre el equilibrio. Cuenta con dos grupos: un grupo control con un PFC (ejercicios de estiramiento suaves, contracciones musculares isotónicas, ejercicios de equilibrio y control postural, cambio de peso de gravedad y entrenamiento de la marcha) y un grupo estudio con PFC junto con un entrenamiento isocinético (periodo de calentamiento y periodo de contracciones isocinéticas concéntricas).

Con dosificación de tres veces a la semana durante 12 semanas.

Realiza la evaluación antes y después de las intervenciones. Se obtiene como resultado una mejora significativa en ambos grupos. Se produce una disminución significativa de los IAP, IML e IG en el grupo de estudio en comparación con el grupo control. Hay una mejora sobre la estabilidad en niños con SD con este tipo de intervención.

➤ ENTRENAMIENTO DE ESTIMULACIÓN VESTIBULAR [10]

Este estudio se realiza una evaluación del entrenamiento de estimulación vestibular con un grupo control y un grupo estudio. Ambos grupos van a comenzar antes de su intervención, con un calentamiento que cuenta con ejercicios de fortalecimiento, reacciones posturales, transferencias desde distintas posturas y marcha. El grupo control cuenta con ejercicios de equilibrio, como dejar el peso sobre una extremidad, andar en tándem o mantener el equilibrio sobre una tabla. Y el grupo estudio cuenta con un entrenamiento de estimulación vestibular, que consiste en colocar al niño sentado en el dispositivo que tiene una capacidad de giro de hasta 360° y se le aplicarán en todas las direcciones empujes para que el niño intente mantener el equilibrio.

Con dosificación de tres sesiones durante 12 semanas.

Se observa una mejora significativa en ambos grupos, pero en el grupo de estudio nos encontramos con una disminución significativa de las variables: IAP, IML e IG, en comparación con el grupo control.

➤ ENTRENAMIENTO DE CICLO ACORTAMIENTO- ESTIRAMIENTO [11]

Este estudio realiza una evaluación del entrenamiento de ciclos de acortamiento y estiramiento viendo su efecto sobre el equilibrio, con un grupo control y un grupo estudio. El grupo control cuenta con un PFC (ejercicios de resistencia, de fortalecimiento, de equilibrio, de flexibilidad, de coordinación y ejercicios aeróbicos) y el grupo de estudio cuenta con un PFC junto con un entrenamiento de ejercicios de estiramiento-acortamiento, se divide en ejercicios verticales y horizontales.

Con dosificación de dos sesiones por semana durante 12 semanas.

Se observa en cuanto a los datos de las variables una mejora significativa en ambos grupos, pero hay una disminución significativa en el grupo de estudio en el IAP, IML e IG, en comparación con el grupo control.

➤ ENTRENAMIENTO VIBRATORIO EN TODO EL CUERPO [9]

Este estudio realiza una evaluación del efecto del entrenamiento vibratorio sobre el equilibrio.

El grupo control cuenta con un PFC (ejercicios de estiramiento, contracción de la musculatura estática y ejercicios de equilibrio y control postural) y el grupo de estudio cuenta con un entrenamiento vibratorio que consiste en la generación de vibraciones a través de un dispositivo, en el que se coloca el niño, repartiendo su propio peso de manera simétrica en ambos pies y con una flexión de rodilla de 30°.

Con dosificación de tres veces por semana en seis meses.

Realiza una comparación de ambos tratamientos en el tiempo. Encontrándonos con una mejora significativa en ambos grupos, con una disminución significativa en el grupo de estudio en las tres variables del equilibrio, en comparación con el grupo control.

➤ ENTRENAMIENTO DE PILATES [18]

Este estudio realiza una evaluación del efecto del entrenamiento de Pilates sobre el equilibrio.

El grupo control cuenta con un PFC (ejercicios de flexibilidad, ejercicios de fortalecimiento de tronco y miembros inferiores; marcha y ejercicios de control postural) y el grupo de estudio, combinará el PFC junto con un entrenamiento de pilates (calentamiento y estiramiento, fortalecimiento de tronco y miembros inferiores, ejercicios de alineación de pelvis y control del ritmo respiratorio).

Con dosificación de tres sesiones durante 12 semanas.

Se obtiene una mejora significativa en ambos grupos, pero en el grupo de estudio hay una disminución significativa de las variables IAP, IML e IG.

MEDICIÓN DEL EQUILIBRIO CON SOFTWARE ROMBERGLAB [20]

➤ ENTRENAMIENTO CON REALIDAD VIRTUAL [2]

Este estudio realizó una evaluación del efecto del entrenamiento con realidad virtual sobre el equilibrio. El grupo control no tuvo intervención y el grupo de estudio contó con la tabla de



equilibrio del dispositivo Wii como intervención, comprometiendo el equilibrio del niño jugando de esta manera con la estabilidad de su propio peso, con estímulos sensoriales y motores. Con dosificación de dos sesiones durante cinco semanas.

Se observa una mejora significativa en el grupo de estudio al realizar la medición del desplazamiento del centro de gravedad con los OC en comparación con OA.

## MEDICIÓN CON BRUININKS-OSERETSKY OF MOTOR PROFICIENCY – SEGUNDA

### EDICIÓN (BOT-2) [21]

#### ➤ ENTRENAMIENTO DE PILATES [18]

Este estudio realiza una evaluación del efecto que tiene el entrenamiento de pilates sobre el equilibrio. Descrito anteriormente.

Para este entrenamiento se han analizado los ítems de coordinación corporal, fuerza, agilidad y motricidad gruesa, antes y después de las intervenciones. Se observa una mejora significativa en el grupo de estudio en comparación con el grupo control, en los tres ítems valorados. Hay un aumento de las puntuaciones después de aplicar el tratamiento.

### MEDICIÓN CON LA ESCALA DE BERG [23]

#### ➤ ENTRENAMIENTO DE ESTABILIDAD CENTRAL Y CINTA RODANTE [15]

Este estudio realiza una evaluación del equilibrio dividiendo a la población seleccionada en 3 grupos con distintas intervenciones. Explicado anteriormente

Encontramos una mejora significativa en los grupos B y C con respecto al grupo A tras la intervención. Obteniendo un aumento de la estabilidad funcional en los tres grupos. Siendo la intervención del Grupo C la más efectiva de todas.

### **Evaluación de la calidad metodológica:**

En cuanto a la calidad metodológica se realizó una evaluación de los artículos finalmente seleccionados mediante la escala PEDro.

La escala metodológica de PEDro es ampliamente utilizada en fisioterapia para evaluar la calidad metodológica de los ensayos clínicos. Se trata de un instrumento de medida que permite determinar si un ensayo tiene calidad metodológica baja, moderada o excelente y cuentan con la suficiente información para que sus resultados puedan ser interpretados [24].

Cuenta con 11 ítems distintos, los cuales son contestados con “sí” o “no”, si el ítem corresponde a un “sí”, se sumará un punto, pero si corresponde a “no”, se sumarán cero puntos, puntuando del 1-10 ya que el ítem 1 hace referencia a la validez externa del estudio y no se contabiliza para la puntuación total. Se considera de 9-10 una calidad metodológica sobresaliente, 6-8 una calidad metodológica buena y 5-6 una calidad metodológica moderada y menor de 4 una mala calidad metodológica. Tabla 1.

Las puntuaciones obtenidas han sido:

- Puntuación 9/10: *Mohamed A Eid et al. 2017*
- Puntuación 8/10: *Ibrahim Nahla et al. 2022* y *AR Azab et al. 2022*
- Puntuación 7/10: *Reham Saeed Alsakhawi et al. 2019*, *Mohamed Ahmed Eid. 2015* y *Alaa AL-Nemr et al. 2023*

El ítem que menos estudios han cumplido fue que los terapeutas fueron cegados. Lo que pone de manifiesto las dificultades a la hora de realizar un enmascaramiento del clínico con una técnica manual. En todos los casos hubo un enmascaramiento de los participantes excepto en *Mohamed Ahmed Eid. 2015* y *Alaa AL-Nemr et al. 2023*, donde los participantes no fueron cegados. Y solamente hubo un enmascaramiento de los evaluadores en los estudios *Mohamed A Eid et al. 2017* y *Alaa AL-Nemr et al. 2023*.

## 7. DISCUSIÓN

Los estudios revisados sugieren que las terapias de fisioterapia, especialmente cuando se combinan con distintas terapias incluso con tecnologías como la realidad virtual, pueden ser muy beneficiosas para los niños con Síndrome de Down en el aspecto del equilibrio

De los estudios seleccionados se ha obtenido una información sobre las terapias físicas y su impacto en el equilibrio, aunque no hay evidencia suficiente que permitía comparaciones basadas en la edad o el sexo. Esto podría deberse a la variabilidad individual y a la necesidad de más investigación en esta área específica.

De los estudios analizados, en seis artículos [9,10,11,12,15,18] se utiliza el método BIODEX para evaluar el equilibrio. Todos los artículos de esta medición han obtenido resultados positivos sobre el equilibrio, pero tres de ellos han destacado por su mejora en los índices de equilibrio analizados [10,11,18].

Una de las investigaciones sugiere que el entrenamiento del sistema vestibular es particularmente efectivo para aumentar la estabilidad de los ejes AP y la estabilidad general, resaltando la importancia del sistema vestibular en el mantenimiento del equilibrio. Es interesante notar cómo diferentes enfoques de entrenamiento pueden ser utilizados para enfocarse en aspectos específicos de la estabilidad, lo que podría tener implicaciones importantes en campos como la fisioterapia y optimizar sus resultados [10]. El entrenamiento de ejercicios de ciclos de acortamiento-estiramiento parece ser beneficioso tanto para la estabilidad AP como para la estabilidad general, mientras que su combinación con el entrenamiento de Pilates mejora la estabilidad ML. Esto indica que una combinación de diferentes métodos de entrenamiento podría ser clave para lograr una estabilidad óptima [11,18].

Las tres intervenciones que mejores resultados han obtenido, presentaban una misma intervención ,3 sesiones durante 12 semanas. Aunque el tiempo de sesión varía entre 45 minutos y 90 minutos [10,11,18]

Este enfoque permite tiempo suficiente para que el cuerpo se adapte y mejore en aspectos como la fuerza muscular, la coordinación y la propiocepción, fundamentales para mantener un buen equilibrio. Debe estar bien estructurada y realizada de manera progresiva, adaptándose a las capacidades y necesidades individuales del paciente. Se debe considerar la inclusión de ejercicios que desafíen el equilibrio en diferentes posturas y condiciones, tanto estáticas como dinámicas, para obtener los mejores resultados.

La realidad virtual (RV) es una herramienta prometedora en la rehabilitación de habilidades motrices y control postural, especialmente en niños con SD. Un estudio específico ha demostrado que la intervención con RV puede ser efectiva en mejorar estas habilidades.

Este método combinado con PFC, obtiene una visión muy positiva sobre el equilibrio en niños con SD. Existen estudios adicionales no incluidos en esta revisión que han investigado este parámetro, obteniendo resultados beneficiosos. Aumentando el conocimiento sobre cómo situar el cuerpo en el espacio y conseguir una mayor actividad cerebral que derivará en una mejora del equilibrio.

Es alentador ver que la tecnología puede desempeñar un papel tan vital en el desarrollo de habilidades importantes, y sería interesante ver más investigaciones en esta área para expandir el rango de intervenciones disponibles para mejorar el equilibrio en niños con SD y otras poblaciones [2,25].

El hecho de que estos entrenamientos también apoyen el desarrollo de habilidades sociales es igualmente importante, ya que las interacciones sociales son esenciales para el bienestar emocional y psicológico. Estos avances pueden abrir muchas puertas para los niños con SD, permitiéndoles participar más plenamente en actividades cotidianas y sociales. Es un gran ejemplo de cómo el ejercicio físico puede tener beneficios que van más allá de la salud física.

Una de las limitaciones encontradas es la falta de unificación de las escalas de valoración del equilibrio. Es un desafío común en la rehabilitación, ya que diferentes escalas pueden tener distintos criterios y métodos de puntuación, dificultando la comparación directa de los resultados, entre diferentes estudios o intervenciones. Sería conveniente la creación de una nueva herramienta estandarizada que sea aceptada internacionalmente. Mientras tanto, es importante que los profesionales estén conscientes de estas

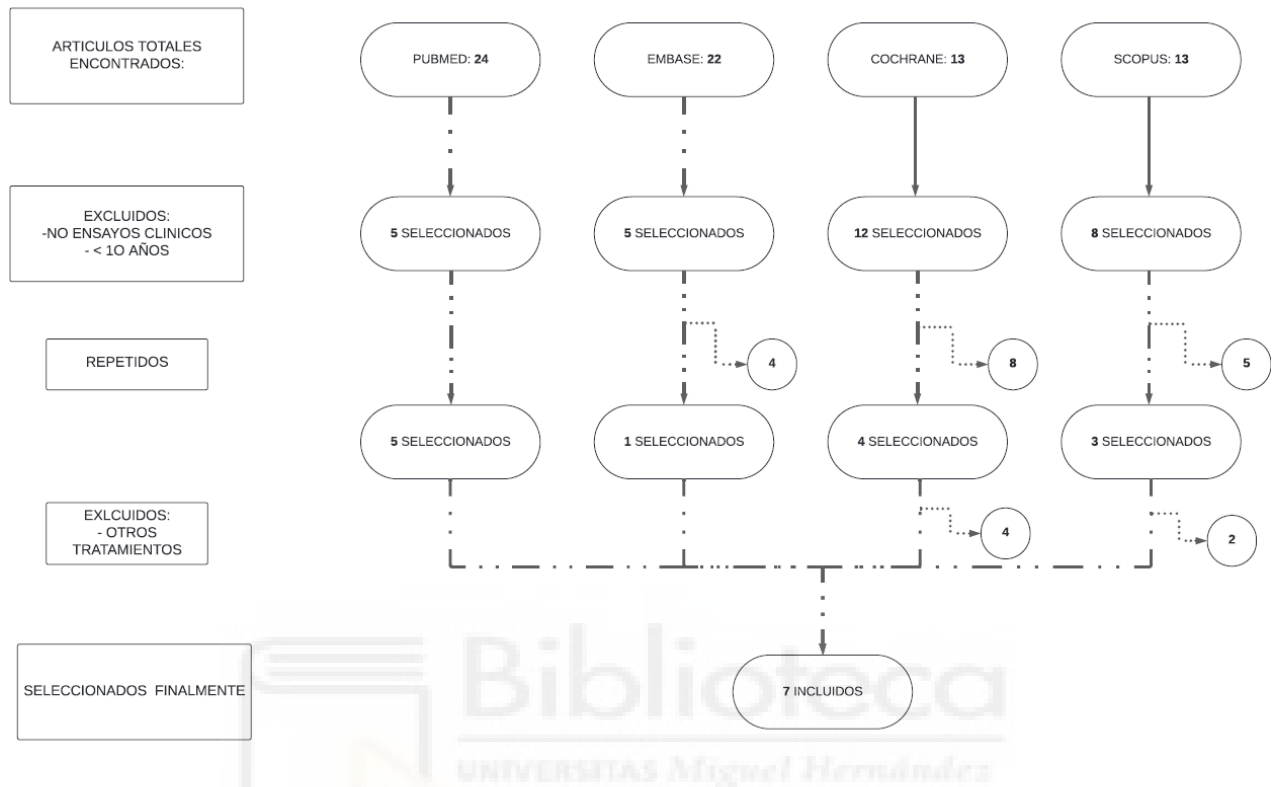
limitaciones y utilicen su juicio clínico, de las escalas que utilizan, para interpretar los resultados de manera adecuada y proporcionar la mejor atención posible a los pacientes.



## 8. CONCLUSIÓN

- En cuanto a la eficacia de las diferentes terapias de fisioterapia en el equilibrio en niños con SD, podemos concluir que un enfoque multifacético que combina entrenamiento vestibular, ejercicios de ciclos de acortamiento-estiramiento y Pilates puede ser muy beneficioso para mejorar la estabilidad en diferentes ejes. Este tipo de entrenamiento es ideal para crear programas personalizados que se adapten a las necesidades individuales de estabilidad y equilibrio. Además, cabe destacar que estos entrenamientos son más efectivos cuando se combinan con PFC centrados en el equilibrio.
- El sistema de equilibrio BIODIX, ha sido el sistema de medición del equilibrio más utilizado en los ensayos estudiados anteriormente.
- La realidad virtual se está utilizando como una herramienta innovadora en la fisioterapia pediátrica para mejorar el equilibrio en niños con SD. Se ha verificado la eficacia de la fisioterapia combinada con realidad virtual, encontrando mejoras significativas en el control postural y la agilidad, lo que indica una mejora en el equilibrio.

## 9. ANEXOS



**FIGURA 1:** Diagrama de flujo sobre la estrategia de búsqueda y selección de artículos

**TABLA 1: ESCALA METODOLÓGICA PEDro**

	<i>Reham Saeed Alsakhawi et al. 2019</i>	<i>Mohamed A Eid et al. 2017</i>	<i>Ibrahim Nahla et al. 2022</i>	<i>AR Azab et al. 2022</i>	<i>Mohamed Ahmed Eid. 2015</i>	<i>Alaa AL-Nemr et al. 2023</i>
<b>Criterios de selección especificados</b>	SI	SI	SI	SI	SI	NO
<b>Asignación aleatoria</b>	SI	SI	SI	SI	SI	SI
<b>Asignación oculta</b>	NO	SI	SI	SI	SI	NO
<b>Comparables al inicio</b>	SI	SI	SI	SI	SI	SI
<b>Sujetos cegados</b>	SI	SI	SI	SI	NO	NO
<b>Terapeutas cegados</b>	NO	NO	NO	NO	NO	NO
<b>Evaluadores cegados</b>	NO	SI	NO	NO	NO	SI
<b>Seguimiento adecuado</b>	SI	SI	SI	SI	SI	SI
<b>Análisis de intención de tratar</b>	SI	SI	SI	SI	SI	SI
<b>Comparaciones entre grupos</b>	SI	SI	SI	SI	SI	SI
<b>Medidas puntuales y de variabilidad</b>	SI	SI	SI	SI	SI	SI
<b>Puntuación total</b>	7/10	9/10	8/10	8/10	7/10	7/10



**TABLA 2 : RESUMEN CARACTERÍSTICAS ARTÍCULOS INCLUIDOS**

Autor y año	Participantes	Diseño	Intervención	Dimensiones estudiadas	Instrumentos medida	Resultados	Calidad metodológica
<i>Reham Saeed Alsakhawi et al. 2019</i>	Niños de 4-6 años n=45	Ensayo controlado aleatorio	8 semanas <b>GA:</b> Programa fisioterapia convencional (PFC) <b>GB:</b> PFC + cinta rodante <b>GC:</b> PFC + ejercicio de estabilización central	- Equilibrio	-Escala de Berg -BIODEX stability system	Se observan mejoras significativas tanto en el equilibrio funcional como global, además del índice de estabilidad general en los grupos B y C en comparación con el grupo A. No se observan diferencias significativas entre los grupos B y C.	7/10
<i>Mohamed A Eid et al. 2017</i>	Niños de 9-12 años n= 31	Ensayo controlado aleatorio	12 semanas <b>GC:</b> Programa fisioterapia convencional (PFC) <b>GE:</b> PFC + programa de entrenamiento isocinético	- Fuerza muscular - Equilibrio	-Dinamómetro isocinético -BIODEX stability system	El entrenamiento isocinético produjo mejoras significativas en el equilibrio postural y la fuerza muscular, en comparación con el grupo control. Hubo una disminución significativa en los ejes antero-posterior, medial-lateral e índice de estabilidad en el grupo estudio en comparación con el grupo control	9/10

<b>Ibrahim Nahla et al. 2022</b>	Niños de 7-10 años n= 30	Estudio controlado aleatorio	12 semanas <b>GA:</b> Previo + ejercicios de equilibrio regulares (EER) <b>GB:</b> Previo + EER + estimulación vestibular	- Equilibrio	- Báscula estándar de peso y altura - BIODEX stability system	Hay una disminución significativa en todas las variables medidas del grupo B en comparación con el grupo A. Del índice de estabilidad antero-posterior, medial-lateral y general.  La mejora de los valores medios puede atribuirse a la mejora en la propiocepción y al aumento de la actividad de los músculos antigravitatorios.	8/10
<b>AR Azab et al. 2022</b>	Niños de 7-9 años n=31	Estudio controlado aleatorio	12 semanas <b>GC:</b> Programa fisioterapia convencional <b>GE:</b> PFC + ejercicios de estiramiento/acortamiento	- Fuerza muscular - Control postural	- Dinamómetro - BIODEX stability system	En el grupo de estudio hay un aumento de la retroalimentación propioceptiva y nos deriva en una mayor estabilidad.  Hubo una disminución significativa de los índices antero-posterior, medial-lateral y general en el grupo estudio en comparación con el grupo control.	8/10
<b>Mohamed Ahmed Eid. 2015</b>	Niños de 8-10 años n= 30	Ensayo controlado aleatorio	6 meses <b>GC:</b> Programas de fisioterapia convencional (PFC) <b>GE:</b> PFC + entrenamiento	- Fuerza muscular - Equilibrio	- Dinamómetro - BIODEX stability system	Hay una mejora significativa para todos los índices de estabilidad a favor del grupo de estudio en comparación con el grupo control.	7/10

			vibratorio				
<i>Gomez Alvarez, Nicolas et al. 2018</i>	Niños de 6-12 años n=16	Estudio cuasiexperimental	5 semanas <b>GC:</b> No realizaron la intervención <b>GE:</b> Wii balance board	- Desarrollo motor - Control postural	- Test of gross development - Software Romberglab	El grupo control no presentó cambios significativos en comparación con el grupo de estudio.  El grupo de estudio tuvo una mejora significativa del control postural con los ojos cerrados en comparación con el grupo control.	-
<i>Alaa AL-Nemr et al. 2023</i>	Niños de 8-10 años n=40	Ensayo clínico	12 semanas <b>GC:</b> Programa de fisioterapia convencional (PFC) <b>GE:</b> PFC + Entrenamiento de Pilates	- Equilibrio - Coordinación	- BIODEX stability system - BOT-2	El grupo control y el grupo estudio presentaron mejoras significativas; pero el grupo de estudio sufre una disminución significativa en todas las variables medidas con el BIODEX stability system. Significado que si existe una mejoría en el equilibrio tras el tratamiento.	7/10

## 10. BIBLIOGRAFÍA

- [1] Agarwal Gupta N, Kabra M. Diagnosis and management of Down syndrome. *Indian J Pediatr.* 2014 Jun;81(6):560-7.
- [2] Gómez Álvarez Nicolás, Venegas Mortecinos Alexandra, Zapata Rodríguez Valentina, López Fontanilla Miguel, Maudier Vásquez Matías, Pavez-Adasme Gustavo et al . Efecto de una intervención basada en realidad virtual sobre las habilidades motrices básicas y control postural de niños con Síndrome de Down. *Rev. chil. pediatr.* [Internet]. 2018 Dic; 89( 6 ): 747-752.
- [3] Andriolo RB, El Dib RP, Ramos L, Atallah ÁN, da Silva EMK. Aerobic exercise training programmes for improving physical and psychosocial health in adults with Down syndrome. *Cochrane Database of Systematic Reviews.* 2010 May; Issue 5.
- [4] Azab AR, Mahmoud WS, Basha MA, Hassan SM, Morgan EN, Elsayed AE, Kamel FH, Elnaggar RK. 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.* 2022 Mar;26(6):1952-1962.
- [5] Sherman SL, Allen EG, Bean LH, Freeman SB. Epidemiology of Down syndrome. *Ment Retard Dev Disabil Res Rev.* 2007;13(3):221-7.
- [6] Fernández Scotto E, Eymann A. Health-related quality of life in children with Down syndrome. *Arch Argent Pediatr.* 2023 Aug 1;121(4).
- [7] Jain PD, Nayak A, Karnad SD, Doctor KN. Gross motor dysfunction and balance impairments in children and adolescents with Down syndrome: a systematic review. *Clin Exp Pediatr.* 2022 Mar;65(3):142-149.

- [8] Wuang YP, Chiang CS, Su CY, Wang CC. Effectiveness of virtual reality using Wii gaming technology in children with Down syndrome. *Res Dev Disabil.* 2011 Jan-Feb;32(1):312-21.
- [9] Eid MA. Effect of Whole-Body Vibration Training on Standing Balance and Muscle Strength in Children with Down Syndrome. *Am J Phys Med Rehabil.* 2015 Aug;94(8):633-43.
- [10] Nahla IM, El-Sayed SE, Ragaa AE, El Ghafar AEHAA. Mechanical vestibular stimulation versus traditional balance exercises in children with Down syndrome. *Afr Health Sci.* 2022 Mar;22(1):377-383.
- [11] Azab AR, Mahmoud WS, Basha MA, Hassan SM, Morgan EN, Elsayed AE, Kamel FH, Elnaggar RK. 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.* 2022 Mar;26(6):1952-1962.
- [12] 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.* 2017 Jun;40(2):127-133.
- [13] Gupta S, Rao BK, S D K. Effect of strength and balance training in children with Down's syndrome: a randomized controlled trial. *Clin Rehabil.* 2011 May;25(5):425-32.
- [14] Lin HC, Wuang YP. Strength and agility training in adolescents with Down syndrome: a randomized controlled trial. *Res Dev Disabil.* 2012 Nov-Dec;33(6):2236-44.
- [15] Alsakhawi RS, Elshafey MA. Effect of Core Stability Exercises and Treadmill Training on Balance in Children with Down Syndrome: Randomized Controlled Trial. *Adv Ther.* 2019 Sep;36(9):2364-2373.

- [16] Malak R, Kostiukow A, Krawczyk-Wasielewska A, Mojs E, Samborski W. Delays in Motor Development in Children with Down Syndrome. *Med Sci Monit.* 2015 Jul 1;21:1904-10.
- [17] Real Academia Española. *Diccionario de la lengua española*. 23a ed. Barcelona: España; 2023.
- [18] Al-Nemr A, Reffat S. Effect of Pilates exercises on balance and gross motor coordination in children with Down syndrome. *Acta Neurol Belg.* 2024 Apr 1.
- [19] Arnold BL, Schmitz RJ. Examination of balance measures produced by the biodex stability system. *J Athl Train.* 1998 Oct;33(4):323-7.
- [20] Domènech-Vadillo E, Aguilera-Aguilera G, Sánchez-Blanco C, Batuecas-Caletrio Á, Guajardo C, Pérez N, Trinidad-Ruiz G, Gimeno C, Rama J, Rossi-Izquierdo M, San-Roman-Rodriguez E, Patiño-Castiñeira B, Espinosa-Sanchez JM, Matió E, Barona R, Krstulovic C, Benitez-Rosario J, Santandreu E, Zuma E Maia FC, de Sande MGÁ, Valldeperes A, Rey-Martínez J. Normative data for static balance testing in healthy individuals using open source computerized posturography. *Eur Arch Otorhinolaryngol.* 2019 Jan;276(1):41-48.
- [21] Brown T. Structural validity of the Bruininks-Oseretsky test of motor proficiency - Second edition brief form (BOT-2-BF). *Res Dev Disabil.* 2019 Feb;85:92-103.
- [22] Vinçon S, Green D, Blank R, Jenetzky E. Ecological validity of the German Bruininks-Oseretsky Test of Motor Proficiency - 2nd Edition. *Hum Mov Sci.* 2017 Jun;53:45-54.
- [23] Miranda-Cantellops N, Tiu TK. Berg Balance Testing. 2023 Feb 17.
- [24] Gómez-Conesa A, Suárez C, Catalán D, López-López JA. The Spanish translation and adaptation of the Pedro scale. *Journal of Psychosomatic Research.* 2015.

[25] Stander J, du Preez JC, Kritzinger C, Obermeyer NM, Struwig S, van Wyk N, Zaayman J, Burger M. Effect of virtual reality therapy, combined with physiotherapy for improving motor proficiency in individuals with Down syndrome: A systematic review. *S Afr J Physiother.* 2021 May 20;77(1):1516.

